

К. ЛУКАШЕВИЧ

784

ТРАММО ФОН

И
КАК ЕГО
СДЕЛАТЬ
САМОМУ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО
1 9 2 7



ММ

МАЙ 1989

ПОПУЛЯРНАЯ ТЕХНИКА

- Абаза-Григорьев, А.** — Сухая перегонка дерева. С 17 рис. Стр. 80. Ц. 35 к.
- Аккерет, И.** — Роторный корабль. Новый способ использования силы ветра. С предисл. инж. Л. Прандля. Перев. с нем. И. С. Грантайна. Под ред. проф. А. А. Фридмана. Стр. 68. Ц. 80 к.
- Аптекарев, М. А., инж.** — 26000 оборотов в минуту (паровые турбины). С 22 рисунками. Стр. 68. Ц. 45 к.
- Бажин, А.** — Паровоз. С 29 рис. в тексте. Стр. 99. Ц. 85 к.
- Баркгаузен, Г.** — Катодные лампы. Стр. 164. Ц. 1 р. 10 к.
- Бонд, А.** — Герон техники. Перев. с немец. С. С. Целлина. Под ред. и с примечаниями И. Н. Юровского. Стр. 303. Ц. 1 р. 25 к.
- Бронштейн, И. Ю. (сост.)** — Теплота, свет, двигательная энергия, их получение и применение в технике. (История техники. Под общей редакцией проф. И. Рынина. I.) Стр. 148. Ц. 1 р. 50 к.
- Бронштейн, И. Ю. (сост.)** — Пути и средства сообщения. (Со 149 рис.) (История техники. Под общей редакцией проф. И. Рынина. II.) Стр. 196. Ц. 2 р.
- Введенский, Б. А.** — Физические явления в катодных лампах. Изд. перераб. и дополн. Стр. 224. Ц. 2 р.
- Гаррис, П.** — А бук радио. Популярное изложение основ радио-техники. Перев. с англ. инж. М. Ароновича. Стр. 83. Ц. 50 к.
- Гаррис, П.** — Самодельные радиоприемники. Перев. с англ. инж. М. Ароновича. Стр. 77. Ц. 35 к.
- Голл, С.** — Завоевания техники. Перевод с англ. Г. А. Гандау. Под редакц. и с дополнениями С. Д. Свенчанского. Стр. 224. Ц. 1 р. 40 к.
- Гюнтер, Г.** — Беспроволочная телеграфия. Пер. с нем. П. Н. Беликова. Под ред. В. К. Лебединского. Стр. 140. Ц. 40 к.
- Гюнтер, Г.** — Электротехник-строитель. Пер. с нем. Д. Л. Вейса под ред. проф. Н. Н. Андреева.
Часть 1-я. Стр. 184. Ц. 1 р.
Часть 2-я. Стр. 220. Ц. 1 р. 20 к.
- Гюнтер, Г., и Фаттер, Г.** — Книга радиостроителя. Как сделать самому отдельные части радиоприемного устройства. Пер. с нем. Г. А. Разоренова. Под ред. инж. О. М. Штейнгауза. Стр. 269. Ц. 1 р. 75 к.

6184

6

К. ЛУКАШЕВИЧ

184

ГРАММОФОН

КАК ЕГО СДЕЛАТЬ САМОМУ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
 МОСКВА 1927 ЛЕНИНГРАД

6693

1957-58 г.

~~НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА
ДОМА ДЕТСКОЙ КНИГИ
ДЕТГИЗА~~



Гиз № 16671

Ленинградский Гублит № 23488

41/4 л. Отпеч. 7000 экз.

Российская государственная
детская библиотека

673440 Кх-рег.

1. КАК РОЖДАЕТСЯ ЗВУК

Граммофон на первый взгляд простая штука. Заведешь пружину, пружина раскручивается и вертит пластинку. Иголочка скользит по пластинке, и мембрана поет, говорит, играет. А рупор — чтобы сильнее было. Очень просто, это всякий знает. Каждый наверное даже сам «играл» на граммофоне.

Устроен граммофон действительно очень просто.

Но как это случилось, что звук «поймался» на пластинку? Ведь звук это — что-то невидимое, неуловимое... И вдруг это неуловимое поймалось и превратилось в маленькие царапинки на граммофонной пластинке. И в этих царапинках и слова, и музыка, и звук любой навеки вечные запечатлелся.

Как это случилось?

И еще вопрос: как это иголочка, скользя по царапинкам на пластинке, заставляет мембрану играть, петь, говорить? Как, благодаря царапинкам, снова звук получается?

Вот в этих двух вопросах вся суть. А чтобы ответить на эти вопросы, надо знать, что такое звук. Надо знать, что происходит, когда звучит что-нибудь, например, струна, гармошка, наш голос и т. д. Происходит ли тут движение или что другое? А если движение, — то что именно движется? И как движется? И дальше: как это звуки от звучащих предметов достигают нашего уха? Как они, попадая в ухо, вызывают ощущение звука?

Только узнав, что такое звук, мы поймем, почему построен граммофон так, а не иначе. Только тогда мы дадим себе ясный отчет в том, как действует граммофон, и как это звуки превращаются в ничтожные царапинки на пластинке, и как царапинки вызывают звуки.

Итак, что такое звук? Как он рождается?

Начнем с самого простого. Вы отводите натянутую бечевку или натянутую струну пальцем и пускаете. Бечевка или струна звучит. Ухо ваше слышит звук, а глаз видит, как дрожит струна. Как только размах струны уменьшается, — звук замирает. Перестала дрожать струна, — прекратился звук.



Рис. 1. Камертон.

Что звучащая струна дрожит (колеблется), вы это ясно видите. Но вот перед вами камертон¹ (рис. 1). Вы ударяете по его ножке и слышите звук. Но дрожит ли камертон как струна? Колеблется ли он так же как струна или по-иному, по-другому? Глаз этого не видит, но можно устроить так, чтобы он видел.

Привесьте на нитке маленькую гайку или шарик. Прикасайтесь шариком к звучащему камертону (рис. 2). Шарик отскакивает. А раз отскакивает, — значит камертон коле-



Рис. 2. Исследование колебаний камертона при помощи шарика.

блется (дрожит). Невидимые дрожания ножек камертона толкают шарик, и шарик отскакивает.

Можно еще и по-другому обнаружить колебания камертона. Прикоснитесь к звучащему камертону ногтем, и вы отчетливо почувствуете, как камертон часто-часто ударяет вас в ноготь.

А вот еще один опыт. Тут обнаружить колебания труднее. Зажмите в тисках длинный стержень² как раз посередине

¹ Камертон это — металлический стержень, изогнутый так, как показано на рис. 1.

² Латунный или стеклянный.

(рис. 3). Одну его половину натрите кожей,¹ а к другой прикасайтесь шариком, подвешенным на нитке. Стержень



Рис. 3. Стержень, зажатый посредине в тисках.

резко, пронзительно запищит, а шарик будет отскакивать от стержня, где бы вы ни прикоснулись им (в А или Б, или В, или Г). Как видите, и этот, так пронзительно звучащий, стержень тоже дрожит.

Еще один опыт, только в другом роде. Укрепите зубчатое колесико так, чтобы его можно было быстро вертеть (рис. 4). Можно устроить зубчатое колесико, выпилив его лобзиком из фанеры. Это колесико приклейте к катушке от ниток.

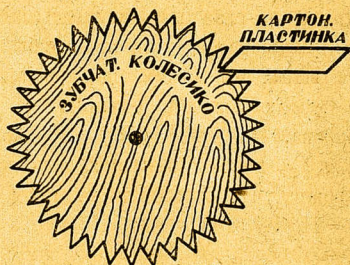


Рис. 4. Получение звука при помощи зубчатого колесика и картонной пластинки.

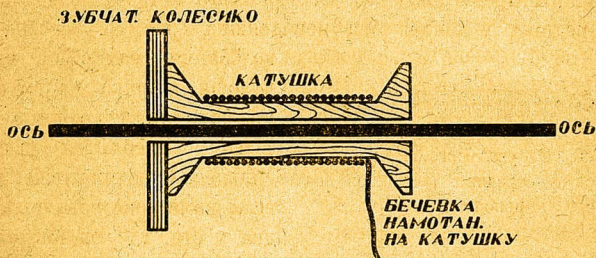


Рис. 5. Шпулька с зубчатым колесиком.

Катушку, накрутив на нее бечевку, наденьте на ось (рис. 5).

¹ Кожу надо предварительно посыпать канифолью. Натирать стержень вдоль длины.

Теперь, если тянуть за бечевку, — колесико будет вращаться. Прикасайтесь углом карточки (или вообще кусочком картона) к зубцам быстро вращающегося колесика. Вы услышите звук, и чем быстрее вращается колесико, тем пронзительнее, тем выше будет звук. Что здесь звучит? Картонная пластинка. Зубцы колесика то подбрасывают ее кверху, то она опять (вследствие своей упругости) возвращается в прежнее положение.

И тут, как и во всех предыдущих опытах, звук родился из колебания. Только в одних случаях колебания эти заметны прямо на-глаз или наощупь, а в других — скрыты от нас, и нужны особые приемы, чтобы их обнаружить.

Итак, мы можем сделать вывод. Заливается ли нежно в кустах соловей, скрипит ли телега, или угрюмо мычит корова, — все эти звуки — только колебания. В горле у соловья, у коровы и у нас есть что-то, что колеблется, что дрожит, что служит источником звука.

Но об этом после.

Узлы и пучности

А пока будем внимательно наблюдать за колебаниями звучащих предметов (тел). Струна всего сильнее колеблется в середине, у концов она неподвижна (рис. 6). Исследуя



Рис. 6. Струна всего сильнее колеблется в середине. У концов она неподвижна.

колебания камертона при помощи шарика на нитке, мы находим, что концы его ножек колеблются всего сильнее. Середина тоже. Во всем камертоне есть только два места, где он не колеблется. Эти места не там, где вы его держите, а на ножках — на левой и на правой (рис. 7). От этих мест шарик не отскакивает, потому что они неподвижны. Таким образом, камертон колеблется не весь целиком, а тремя частями. Как видите, не все части звучащего

тела колеблются одинаково: одни колеблются сильнее, другие — слабее, а третьи совсем не колеблются. Неподвижные места струны, камертона и т. п. называются *узлами*. Те же места, которые колеблются, называются *пучностями*. У струны два узла и одна пучность; у камертона два узла и три пучности; у пластинки, зажатой одним концом в тисках (рис. 8), один узел и одна пучность. Если вы отведете эту пластинку из ее обычного, нормального положения (или, как говорят, из положения равновесия), то пластинка начнет колебаться, и вы услышите звук. Рассмотрим более подробно, как колеблется эта пластинка.



Рис. 7. Узлы и пучности у звучащего камертона.

Начнем следить за колебаниями пластинки с того момента, как она попадает в положение равновесия. Как она будет колебаться дальше?

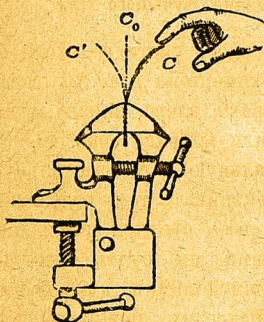


Рис. 8. Упругая пластинка, зажатая одним концом в тисках.

Из положения равновесия (рис. 8) пластинка отойдет направо. Здесь она на миг остановится, потом двинется обратно к своему положению равновесия. Дойдя до него, перейдет и отклонится налево. Тут она опять на мгновение остановится и снова двинется к своему среднему положению. Вот она уже пришла в положение равновесия. А дальше? Дальше — опять то же самое.

Тот размах, то расстояние, на которое отклоняется пластинка влево или вправо от своего обычного, среднего положения, называется *амплитудой*. Не все части колеблющейся пластинки имеют одинаковый размах, одинаковую амплитуду. Всего больше амплитуда у свободного конца пластинки.

Пусть пластинка, колеблясь, прошла такой путь: среднее положение (это начало нашего наблюдения за пластинкой), крайнее правое положение, опять среднее, крайнее левое положение и снова среднее. Мы говорим тогда, что пластинка совершила одно *полное колебание*.

Или пусть пластинка качалась так: крайнее правое положение, среднее, крайнее левое положение, опять среднее и снова крайнее правое. Опять пластинка совершила одно полное колебание. Вообще можно сказать, что полное колебание получится, если пластинка пройдет путь, равный четырем амплитудам. То время, которое затратила пластинка, чтобы сделать одно полное колебание, называется *периодом колебания*.

Также, как колебалась пластинка, будет колебаться и камертон, и струна, и вообще всякое звучащее тело.

Как наглядно изобразить колебания звучащего тела

Колебания пластинки (или, вернее, части ее, хотя бы верхней точки), а также струны камертона и т. д., словом всякого звучащего тела, влево, вправо, влево, вправо можно изобразить при помощи чертежа или графика (рис. 9).

Проведем две линии: вертикальную и горизонтальную. Горизонтальную линию будем приравнивать тому положению пластинки, когда она находится в своем среднем положении. На этой же горизонтальной линии мы будем отмечать время. Условимся, что отрезок прямой линии, длиной хотя бы в 1 см, обозначает секунду. Разделим теперь горизонтальную линию на $\frac{1}{2}$ секунды, на секунды и т. д. Если пластинка отклоняется от своего среднего положения вправо, то будем на чертеже откладывать это расстояние (амплитуду) вверх от горизонтальной линии. Если же пластинка отклоняется от среднего положения влево, то будем откладывать амплитуду вниз от горизонтальной линии.

Итак, горизонтальная линия соответствует среднему положению пластинки (покою). На этой же линии отмечено

время. Правые отклонения пластинки мы откладываем вверх от горизонтали, левые — вниз. Пусть пластинка делает в две секунды только одно полное колебание. Пусть сейчас она находится в своем среднем положении и собирается двигаться направо. Давайте с этого момента зачерчивать колебания пластинки.

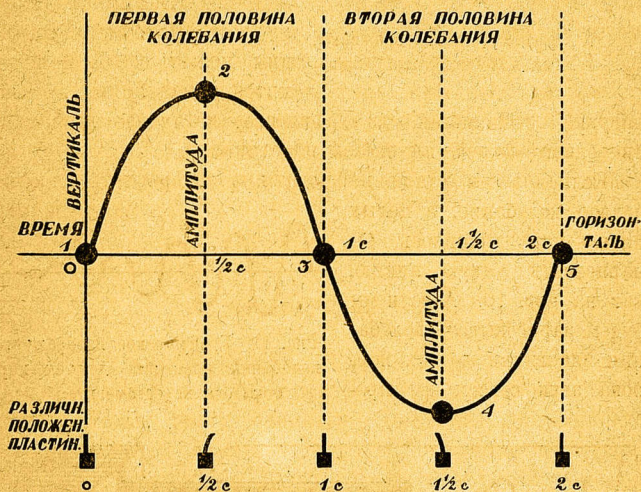


Рис. 9. Изображение одного полного колебания пластинки (зажатой в тисках).

Отметим на чертеже 9 начальное исходное положение пластинки. Поставим кружок 1 на горизонтали там, где у нас начинается время, там, где стоит ноль. Через $\frac{1}{2}$ секунды пластинка отклоняется вправо на одну амплитуду. Найдем на горизонтали то место, которое обозначает $\frac{1}{2}$ секунды. От этого места кверху отложим амплитуду. Тут мы поставим кружок 2. Еще через $\frac{1}{2}$ секунды (всего с начала счета времени пройдет одна секунда) пластинка будет в среднем положении. Отметим на горизонтали положение пластинки кружком 3. Пройдет еще $\frac{1}{2}$ секунды

(а всего $1\frac{1}{2}$ секунды). Пластинка отойдет влево. Найдем $1\frac{1}{2}$ секунды и от этого места книзу отложим амплитуду (кружок 4). Еще через $\frac{1}{2}$ секунды (т.е. ровно через две

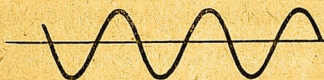


Рис. 10. Графическое изображение трех полных колебаний пластинки.

секунды после начала счета времени) пластинка окажется снова в среднем положении. Отметим это кружочком 5. Все отметки соединим между собой, и получится такая линия, как на

рисунке 9. Эта линия есть графическое (наглядное) изображение одного колебания нашей пластинки.

Если бы мы стали наблюдать и зачерчивать не одно полное колебание, а целых пять, нам пришлось бы нарисовать такую линию, как на рис. 10. А если мы будем зарисовывать колебания пластинки до тех пор, пока звук совсем не пре-

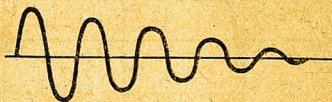


Рис. 11. Графическое изображение колебаний пластинки до тех пор, пока она не остановится.

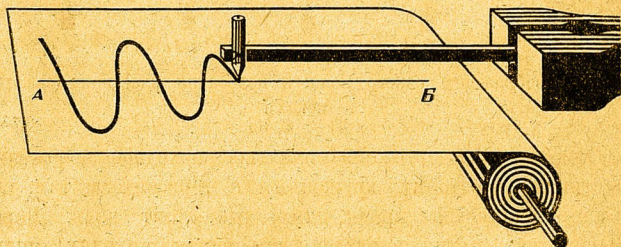


Рис. 12. Пластинка (зажатая в тисках) сама чертит график своих колебаний.

кратится, получится то, что изображено на рис 11. Вы видите, что по мере того, как амплитуда (размах) пластинки уменьшается, звук слабеет. Значит, сила звука, его

громкость зависят от амплитуды. Чем амплитуда больше, тем звук сильнее. Чем она меньше, тем звук слабее.

Можно устроить так, что пластинка сама будет зарисовывать свои колебания, сама начертит график. Для этого к концу пластинки прикрепите маленький карандаш и устройте так, чтобы конец его упирался в бумажную ленту (рис. 12). Заставьте пластинку колебаться, а сами быстро тащите ленту. При удаче опыта карандаш вычертит кривую линию — график своего движения.

То, что рассказано в этой главе, относится ко всякому звучащему телу. Колебания любого голосового аппарата (человека, коровы) или музыкального инструмента могут быть представлены в виде тех графиков, которые мы только что рисовали.

11. ЧТО ПЕРЕДАЕТ ЗВУК

Произведем такой опыт. Возьмем два совершенно одинаковых камертона. Попробуем их по отдельности и убедимся, что они звучат одинаково. Поставим один камертон на одном столе, другой — на другом. Ударим по первому камертону, он зазвучит. Прикоснемся к нему рукой: камертон уже не дрожит, мы остановили его. Однако, ясно слышится откуда-то точно такой же звук.

Это на другом столе звучит второй камертон.

Отчего же он зазвучал? Ведь мы не ударили по нему и даже не прикасались к нему?

Проделайте этот же опыт несколько раз. Получается одно и то же.

Какой же вывод можно сделать на основании этих опытов? Только один. Колебания одного камертона каким-то неизвестным нам путем передаются другому камертону и заставляют его дрожать (колебаться) так же, как и первый.

Но как же это происходит? Почему колебания одного звучащего тела могут передаваться другому, находящемуся

от него на некотором расстоянии? Что передает эти колебания? Быть-может, тут виноват воздух, который окружает все звучащие тела? Быть-может, только благодаря воздуху колебания одного камертона передались другому? А что, если бы не было воздуха и вообще ничего... Передавался ли бы звук?

Возьмем большую стеклянную банку (рис. 13). Поместим в нее электрический звонок и устроим так, чтобы он звонил.

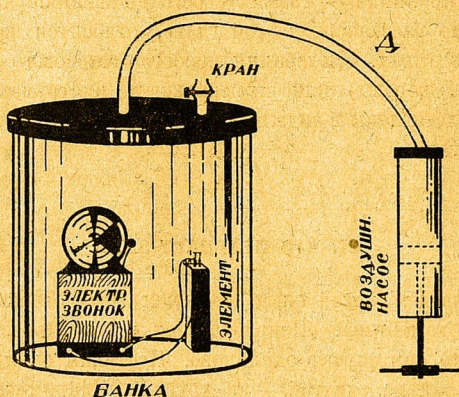


Рис. 13. Через пустоту звук не проходит.

Затем тщательно закупорим банку. Через трубку *Д* начнем из банки выкачивать воздух воздушным насосом. Мы увидим, что чем меньше будет оставаться в банке воздуха, тем слабее будет звенеть колокольчик. И, наконец, звук совсем заглухнет. Вы ничего не услышите, хотя ясно будете видеть, что молоточек электрического звонка попрежнему сильно ударяет в колокольчик. Впустите в банку снова воздух. По мере того, как воздуха в банке будет становиться больше, звон будет все слышнее и слышнее. И, наконец, опять колокольчик зазвенит так же громко, как и раньше.

Значит, во всем виноват воздух. Значит, это воздух передает колебания одного камертона другому.

Но как передает воздух колебания? Как идет звук по воздуху?

Для ответа на эти вопросы нам нужно сначала узнать, как устроен воздух.

III. О СТРОЕНИИ ВОЗДУХА И ДРУГИХ ТЕЛ

Как-то раз давным давно я прочел в одной книге, что дикари (индейцы) отличают по запаху металлы. И серебро, и золото, и медь, и другие. Прочел и засмеялся: подумал — неправда. И зря. Медь действительно пахнет. У нее достаточно сильный, резкий запах. Правда, я могу только медь отличить по запаху от всех других металлов, потому что нюх у меня не индейский. Но факт остается фактом: медь пахнет. Попробуйте сами, и вы убедитесь, что это так.

Отчего же медь пахнет? Да вообще, почему мы ощущаем запах того или другого вещества?

Приходится думать, что от всех пахнущих предметов (тел) «что-то такое» исходит, «что-то» отрывается и попадает к нам в нос, почему мы и чувствуем запах.

Ну, а что отрывается, что в нос к нам попадает? Раз медью пахнет, — ясно, значит, медь. Раз камфорой — значит, камфора и т. д. Иначе как же?

Итак, от пахнущих веществ отрываются невидимые кусочки, и мы ощущаем запах. Как же могут отрываться эти кусочки? Попробуем разобраться.

Все тела не сплошные

Мы знаем, что воздух и всякий другой газ (кислород, углекислый газ, водород и т. д.), и любую жидкость, и даже твердое тело можно сжать. Тогда они будут занимать меньше места, чем занимали раньше.

Ну, а теперь подумайте: если бы все тела были сплошные, если бы в жидкостях, газах, твердых телах не было

никаких пустот, — разве их можно было бы сжать? Не тут-то было. Не сжали бы!

Значит, все тела не сплошные. Не только сжимаемость убеждает нас в этом, но и много других опытов. Можно, например, ртуть заставить пройти сквозь дерево или сквозь кожу, или небольшим кусочком краски окрасить огромное количество воды, или, бросив щепотку соли, посолить целую тарелку супа? Если бы краска или соль были сплошные, как бы они могли проникнуть во всю жидкость?

А вот еще и другой опыт. Его первый раз сделали ученые в XVII веке, т. е. около трехсот лет назад. Взяли они металлический шар, внутри пустой. Наполнили его водой и завинтили так, что вода никак не могла выйти наружу. После этого начали бить по шару молотком; шар при этом не сломался, даже трещинки на нем не появилось, он только вмялся под ударами молотка. А вода выступила на поверхности шара маленькими-маленькими капельками.

Ну, как бы вода могла пройти сквозь металл, если бы металл был сплошной? Много и других опытов убеждают нас в том, что все тела — и твердые, и жидкие, и газы — не сплошные. Они состоят из маленьких частичек (молекул), из таких маленьких, что их ни в какое увеличительное стекло увидеть нельзя.

Если бы капля воды увеличилась до размеров земного шара, тогда каждая молекула, из которых состоит эта капля, была бы небольшим шариком, величиной немного больше, чем черная смородина и чуть меньше, чем вишня.

Итак, все тела построены из частичек, из молекул. Между этими частичками есть промежутки, свободное, ничем не заполненное пространство или, говоря по-другому, пустота.

Но если все тела состоят из частичек, и между частичками ничего нет, то почему же все тела не рассыпаются, не разлетаются?

Между частицами тела действуют силы притяжения. Одна частица притягивает другие, соседние, а те, в свою

очередь, притягивают ее и т. д., и т. д. Поэтому и не рассыпаются тела. Эти силы взаимного притяжения особенно велики между частицами твердого тела.

Попробуйте разорвать медную или железную проволоку. Ваша сила пойдет на то, чтобы преодолеть притяжение между частицами проволоки; как вы увидите, эта сила притяжения не маленькая, — разорвать проволоку трудно.

В жидкостях дело иное. Там одна частичка притягивает другую с гораздо меньшей силой: отделить часть жидкости от остальной очень легко.

Ну, а в воздухе (и в других газах) сил притяжения между частицами почти совсем нет. Дадите воздуху столько места, — он займет его все. Дайте места в десять, сто раз больше, — то же самое количество воздуха распространится по пространству в десять, в сто раз большему. Воздуху всегда места мало. Всегда он стремится захватить как можно больше пространства.

Силы притяжений между частицами воздуха появляются только тогда, когда воздух очень сильно сжат. Тогда частички будут сравнительно близко друг от друга и начнут притягивать друг друга. А если к тому же воздух охлаждать, то сила притяжения между частичками воздуха увеличится настолько, что воздух превратится в жидкость.

И всякий газ, если его сильно охлаждать и сжимать, можно превратить в жидкость.

Итак, все тела состоят из частиц. Между частицами ничего нет — пустота. В твердых телах частицы сравнительно близко находятся одна от другой, в жидкостях — дальше, а в газах — сравнительно очень далеко.

Частицы, из которых состоят тела, движутся

Когда я говорил, что между частицами есть притяжение, то естественно должен был напрашиваться такой вопрос: почему же эти частицы не соберутся вместе?

А это оттого, что частицы движутся.

Один ученый проделал такой опыт. Он взял кусок свинца и кусок золота, отшлифовал их хорошенько, положил один на другой и оставил так лежать на четыре года. Через четыре года ученый снял золото со свинца и исследовал их. Оказалось, что свинец маленькими крупинками проник в золото, а золото проникло в свинец. Золото проникло в свинец на 4 мм, а свинец в золото — тоже на 4 мм.

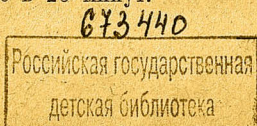
Если бы свинец и золото не состояли из частичек, и если бы эти частички не двигались, то как могло бы получиться, что свинец попал в золото, а золото в свинец? Этот опыт более всех других убеждает нас в том, что даже твердые тела состоят из частиц, и эти частицы движутся.

Частицы твердого тела движутся сравнительно медленно, почти на месте топчутся. Только в исключительных случаях, только тогда, когда они находятся на поверхности тела, они могут выскочить, вылететь из тела. И тогда они будут блуждать среди молекул воздуха. Вот они попадут вам в нос, и вы почувствуете запах. Вы скажете: «Это пахнет нафталином, камфорой и т. д.»

Частицы жидкости движутся быстрее, они перемещаются на большие расстояния и куда легче, чем частицы твердых тел, отрываются с поверхности и улетают. Жидкости с каждым мгновением становятся меньше и меньше: жидкость испаряется.

Ну, а частицы воздуха (и других газов) движутся невероятно быстро во всех направлениях.

Попробуем мысленно проследить путь одной частицы воздуха. Этот путь — не прямая линия. Постоянные столкновения с другими частицами, постоянные отскакивания все время меняют направление полета. Путь полета частицы это — ломаная линия, непрерывные зигзаги (рис. 14). Если измерить все зигзаги, которые сделает частица воздуха в одну секунду, то окажется, что она пролетела огромное расстояние — в 485 метров. Хорошо бы оседлать такую частицу. Из Москвы в Ленинград мы доехали бы на ней всего в 20 минут.



Частицы других газов, например водорода, движутся еще быстрее. Частица водорода в одну секунду пробегает 1840 метров, т.-е. 6480 километров в час.

Как видите, скорость огромная.

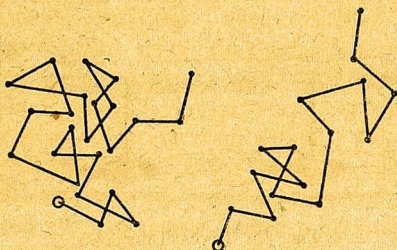


Рис. 14. Путь полета частицы воздуха.

6693

Вот перед вами маленькое облачко воздуха — величиной с полнаперстка. Сколько там частиц? Страшно много. И все эти частицы движутся, миллиарды миллиардов раз сталкиваются друг с другом, отскакивают. Тут непрерывное движение, невиданные скорости, постоянные столкновения.

IV. КАК ПЕРЕДАЕТ ВОЗДУХ КОЛЕБАНИЯ ЗВУЧАЩИХ ТЕЛ

Вот перед вами длинная труба¹ (рис. 15). На правый конец трубы надета воронка с небольшим отверстием. Перед отверстием воронки — зажженная свеча. Перед левым концом трубы вы хлопаете в ладоши. Свеча тухнет.

Почему?

Быть-может, хлопнув в ладоши или дощечками, мы так сильно отшвырнули частицы воздуха, что они, пролетев через всю трубу, вырвались сквозь отверстие воронки и потушили свечу?

¹ Труба картонная или жестяная, длиной от 4 до 6 метров. Поперечник трубы от 10—15 см.



Чтобы выяснить это, наполните правый конец трубы табачным дымом¹ и снова хлопните в ладоши. Свеча опять потухнет, а дым не выйдет. Это показывает нам, что при хлопке (при звуке) частицы воздуха не летят непосредственно от ладош до пламени свечи. Не они тушат свечу,

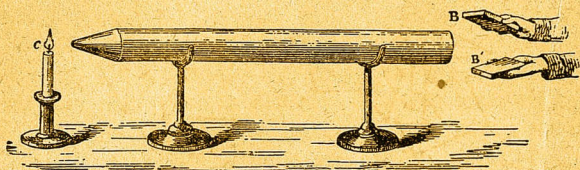


Рис. 15. Труба Тиндаля.

а те частицы воздуха, которые находятся у самого пламени. Следующий простой опыт поможет нам разобраться в этом явлении.

На рисунке 16 вы видите длинный желобок с десятью шарами. Девять шаров лежат, прикасаясь друг к другу

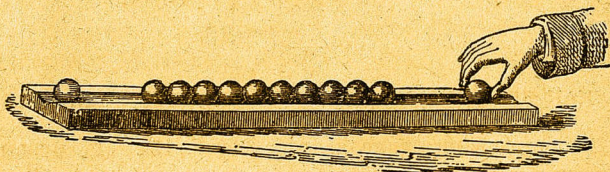


Рис. 16. Как передают толчок шары.

непрерывной цепью, а первый — в отдалении от них. Вы толкаете этот первый шар. Он катится и ударяет второй шарик. Вся цепочка шаров и с места не сдвинется. Второй шарик, получив удар от первого, передает этот толчок

¹ Для этого в трубу надо просунуть длинную стеклянную трубку, соединенную с резиновой трубкой, и через эти трубки напустить в трубу дым.

третьему шару, третий — четвертому, четвертый — пятому и т. д., и т. д. Наконец, десятый шарик, получив удар от девятого, откатится немного в сторону.

Вообразите теперь, что это не шары, а частицы воздуха. Первый шар, это — первый слой частиц, прилежавший к вашим ладоням, остальные — промежуточные слои частиц. А последний, десятый шар, это — последний слой частиц, тот слой, который находится у самого пламени. Как шары друг по дружке передали толчок, таким же способом передали хлопок в ладоши и частицы воздуха. Когда вы хлопнули, вы оттолкнули рядом находящиеся частицы воздуха. Эти частицы воздуха передали полученный ими толчок соседнему, второму, слою частиц, второй — третьему, третий — четвертому и т. д., и т. д. Наконец, толчок добежал до последнего слоя частиц, частицы этого слоя устремились на пламя, и свеча потухла.

Так же ведут себя частицы воздуха при всяком звуке. Дрожания звучащего тела толчками передаются по частицам воздуха, от слоя к слою, вплоть до нашего уха.

Нарисуем более подробно картину того, как это происходит.

Звуковые волны

Пусть у нас все та же стальная упругая полоска, зажата одним концом в тисках. Вы отводите ее в самое левое положение (рис. 17). Со всех сторон полоска окружена движущимися частицами воздуха. Будем принимать во внимание только те частицы, которые находятся справа от полоски. Вообразите, что эти частицы неподвижны и расположены на равном расстоянии друг от друга. Отпустите полоску. Она качнется слева направо и толкнет частицы воздуха вправо. Под влиянием толчка эти частицы сблизятся между собой, сгустятся и тоже качнутся направо. Когда пластинка дойдет до своего крайнего правого положения, получится такая картина, которая изображена на рис. 18. Те частицы, которые раньше прилежали к пластинке, теперь отброшены

направо и сближены, сгущены. Дальше толчок еще не распространился. Дальше пока еще все спокойно.

Но вот полоска качнулась обратно, налево. Уходя налево, полоска освобождает место для тех частиц, которые она только-что отшвырнула направо, и которые она сблизила (сгустила). И эти частицы, конечно, побегут обратно за полоской. Ведь они всегда стремятся туда, где не так тесно. И так как им предоставлено больше места чем нужно, они разойдутся друг от друга дальше, чем были. Мы скажем,

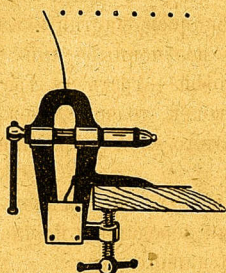


Рис. 17. Пусть частицы воздуха расположены равномерно в пространстве.

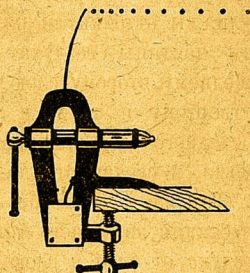


Рис. 18. Сгущение.

что эти частицы разрежены, что тут произошло разрежение. Пока эти частички сближаются и отдаляются друг от друга, они успевают воздействовать на другие, более правые частицы. Они успевают передать им свой толчок. И эти более правые частицы сближаются, сгустятся. Там получится сгущение. На рис. 19 рядом с полоской частицы разрежены, правее — сгущены, еще правее — находятся в покое. Итак, полоска сделала одно полное колебание и произвела в близлежащих частицах одно сгущение и одно разрежение. Если полоска совершит два полных колебания, получится то, что изображено на рис. 20. Всего правее частицы сгущены, левее разрежены, еще левее — опять сгущение и, наконец, у самой пластинки — вновь разрежение. Полоска послала по частицам воздуха вправо сгущение, разрежение, сгущение и разре-

жение, или, как говорят по-другому, две волны. Ибо одно сгущение и одно разрежение принято называть волной.

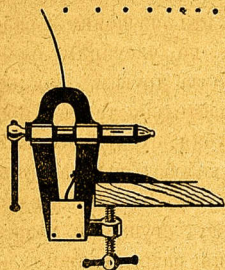


Рис. 19. Разрежение и сгущение (одна волна).

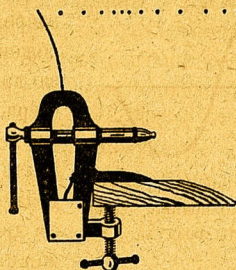


Рис. 20. Две волны (разрежение, сгущение, разрежение, сгущение).

Полоска продолжает колебаться, и с каждым взмахом то вновь сгущает, то вновь разрежает близлежащие частицы. А те сгущения и разрежения, которые образовались раньше (при первых качаниях полоски), передаются последовательно все дальше и дальше.

Всего нагляднее объяснит вам движение частиц рисунок 21. На этом рисунке какие-то кривые линии. Вырежьте из картона лист, а в середине картона сделайте узкую щелочку — прорез. Положите этот картон на рисунок 21. Сквозь прорез в картоне вы видите какие-то точки. Вообразите, что это не точки, а частицы воздуха. Теперь, придерживая картон, дви-



Рис. 21. Звуковые волны.

гайте книгу от себя. Частицы оживут, задвигаются. Они начнут колебаться то туда, то сюда. Из этих двигающихся

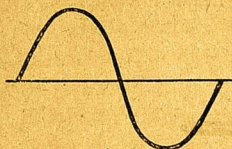


Рис. 22. Изображение одного полного колебания одной частицы воздуха.

частиц получаются то сгущение, то разрежение. И эти сгущения и разрежения бегут по частицам одно за другим, одно за другим. Так же (вернее приблизительно так же, ибо это только грубая схема сложного явления) будут колебаться и частицы воздуха при звуке. По воздуху одно за другим побегут сгущения, разрежения, сгущения, разрежения и т. д.,

и т. д. Словом, от звучащего тела во все стороны будут распространяться *звуковые волны*.

Каждая частица воздуха тоже колеблется

Полоска колеблется вправо, влево, и частицы воздуха перемещаются тоже вправо, влево. Они тоже двигаются

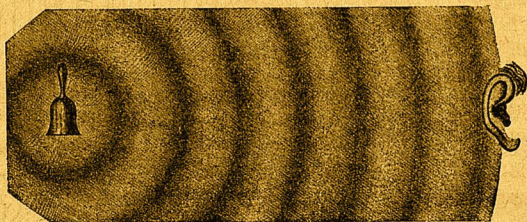


Рис. 23. Ушная раковина сейчас же услужливо захватывает эти сгущения и разрежения.

около какого-то своего среднего положения, они тоже колеблются.

Колебания каждой частицы можно изобразить при помощи рисунка 22 так же, как мы изображали колебания звучащего тела. При этом, если частица двигается вправо от своего среднего

положения, то мы это расстояние будем откладывать вверх от горизонтали, если же влево, то вниз. Рисунок 22 представляет нам движение одной частицы воздуха, которая за одну секунду качнулась два раза: справа налево и слева направо, т.-е. совершила одно полное колебание. Если же эта частица сделает в секунду триста колебаний, то мы должны нарисовать триста возвышений и триста углублений.

Итак, каждая частица воздуха при звуке тоже колеблется и при этом всегда в такт с колебаниями самого звучащего тела.

V. КАК МЫ СЛЫШИМ

Перед вами колокольчик. Он звенит. Он посылает по частицам воздуха сгущения и разрежения (рис. 23) вверх

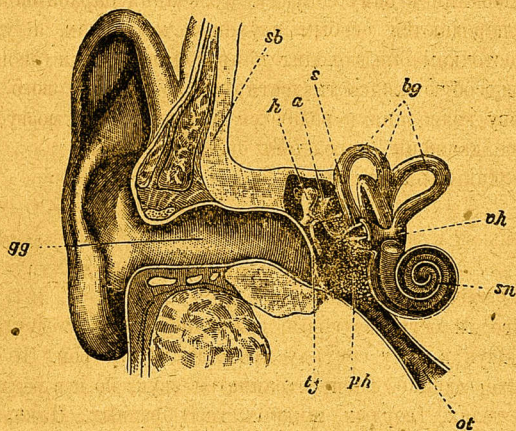


Рис. 24. Разрез уха.

и вниз, вправо и влево; во все стороны бегут звуковые волны. Вот они подбежали к вашему уху. Ушная раковина (рис. 24) сейчас же захватывает эти сгущения и разрежения и направляет их в ушной канал. Вот сгущения и разреже-

ния пробежали по ушному каналу и наткнулись на перегородку. Они уперлись в тонкую упругую ткань, в барабанную перепонку. Вот сгущение вдавило перепонку. В следующий момент частицы отпрянули от перепонки. Барабанная перепонка сейчас же выпрямилась и выпятилась наружу. Новое сгущение — опять вдавилась перепонка. Затем снова разрежение, — перепонка вновь выпятилась.

Барабанная перепонка то вгибается внутрь уха, то, наоборот, выпячивается. Вгибается и выгибается барабанная перепонка в такт со сгущениями и разрежениями, в такт с колебаниями самого звучащего тела. Пусть звучащее тело делает 435 колебаний в одну секунду. 435 сгущений и 435 разрежений набегает на барабанную перепонку, и 435 раз в секунду вгибается и столько же раз выпячивается барабанная перепонка. Барабанная перепонка делает тоже 435 колебаний в одну секунду. Колебания барабанной перепонки передаются особым слуховым косточкам, а уже по этим косточкам они доходят до другой перепонки (окошечка) и через особую жидкость достигают конца слухового нерва. По нерву колебания передаются мозгу. И тут, в мозгу, механическое движение порождает ощущение звука.

Вот как мы слышим.

VI. СКОРОСТЬ И ВЫСОТА ЗВУКА

Скоро ли бегут звуковые волны по воздуху? Достаточно скоро. Звук в одну секунду проходит 340 метров. Не только в воздухе, однако, распространяется звук, но и в различных других телах, твердых, жидких, газообразных. Наверно вы замечали во время купанья, что под водой все звуки куда слышнее, чем в воздухе. Это от того, что вода лучше проводит звук, чем воздух. Звук в воде пробегает 1450 метров в одну секунду. В меди он проходит в секунду 3800 метров, в железе — 4900 метров, в стекле — 5600 метров, в каучуке — от 34 до 69 метров.

Вначале мы говорили, что звук рождается из колебаний. Вы помните опыт с зубчатым колесиком и с картонной пластинкой? Прделайте этот опыт снова и при этом вертите колесико с разной скоростью — то тихо, то быстро. Вы услышите звук то низкий, то высокий. Высота звука, как ясно видно из этого опыта, зависит от скорости вращения зубчатого колеса, а следовательно и от числа ударов зубчатого колеса в картонную пластинку. Иначе, высота звука зависит от числа колебаний картонной пластинки в секунду. Чем чаще колеблется пластинка, чем чаще подбрасывает ее зубчатое колесико, тем звук будет выше, пронзительней, резче. Были устроены специальные приборы (сирены), при помощи которых можно было получать звуки с различным числом колебаний в секунду, от 10—30 и до 30 000 — 80 000 раз. И вот оказалось, что наше ухо ощущает не все колебания. Оно слышит не всякий звук. Если тело колеблется очень медленно, скажем 10 раз в секунду, мы ничего не слышим. Если 16, 30, 100, 500, 1000, 10 000 20 000 раз, то мы ощущаем звук. Но вот мы заставили колебаться тело очень часто, — 50 000 раз в секунду. Полная тишина, мы словно оглохли. Опытами установлено, что мы слышим звук, когда предмет делает не менее 16 и не более 30 000 — 40 000 колебаний в секунду.

Правда, у различных людей границы слуха разные. Для одних верхняя граница слуха — 30 000 колебаний в секунду, для других — 40 000 и т. д. Одни слышат отвратительный, пронзительный, резкий звук, — хоть уши зажимай и вон беги. А другие ничего не слышат.

Вот как рассказывают о таких опытах английские ученые *Волластон* и *Гершель*.

«Внезапность перехода от совершенного слышания к совершенному отсутствию восприятия поражает так сильно, что опыты подобного рода весьма забавны. Любопытно наблюдать, как в обществе из нескольких человек разные лица высказывают последовательное изумление, когда звуки приближаются к границе их звука и переходят ее. Те, которые

радовались недавно своей победе, часто в свою очередь принуждены бывают сознаться, как недалеко простирается их превосходство над другими».

«Ничего не может быть поразительнее, как видеть двух лиц, вовсе не глухих, из которых одно жалуется на пронзительную резкость звука, между тем как другое утверждает, что вовсе нет никакого звука».

Интересно, что границы слуха у животных не такие, как у человека. Например, собака 75 000 колебаний воспринимает как звук. Собака слышит, а мы нет. Собака выражает беспокойство и нервность от этих столь высоких звуков, а для нас ничем не нарушается тишина и спокойствие.

Не все колебания, не все звуки нам нравятся. Очень редкие (до 32 колебаний в секунду) и очень частые (выше 4000) режут ухо, неприятны нам. Такие звуки мы презрительно зовем шумами. А звуки с числом колебаний от 32 до 4000 (в секунду) производят на нас хорошее впечатление, нравятся нам. Это — музыкальные звуки.

ВИ. ПОЧЕМУ МЫ ОТЛИЧАЕМ ОДИН МУЗЫКАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ОТ ДРУГОГО

Вот перед вами две струны. Одна струна рояля, другая скрипки. Обе струны «настроены в унисон», т.-е. они дают звук одинаковой высоты. Однако, вы сразу отличите скрипку от рояля. Хотя звук одинаковой высоты, но все же разница есть.

Заставьте звучать струну и осторожно коснитесь ее середины. Вы этим устроите посредине струны еще один узел, и вся струна как одно целое перестанет дрожать. Будут колебаться только ее половины. Вы услышите (от каждой половинки) звук более высокий (октавой выше), чем от целой струны. Мы нарочно заглушали основной тон струны, чтобы обнаружить побочные звуки, или, как говорят, *обертоны*. Эти обертоны всегда выше основного тона.

Когда колеблется струна, она не только колеблется как целое, но еще разбивается на части. На половины, четверти,

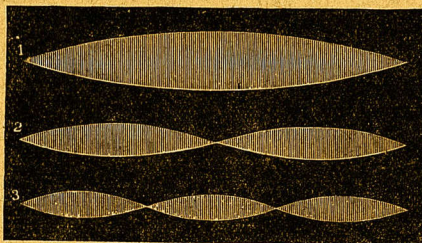


Рис. 25. Первая струна колеблется как целое, вторая только половинами, а третья разбилась на три колеблющиеся части.

трети и т. д. И эти части колеблются гораздо чаще, чем вся струна, и дают звуки более высокие. Но что происходит в это время с молекулами воздуха? Как это они успевают воспроизводить колебания и целой струны, и ее частей? Пусть у вас три струны, причем вы устроили так, что первая струна колеблется только как целое, вторая только половинами, и третья разбилась на три колеблющиеся части (рис. 25). Под влиянием этих струн частицы воздуха будут колебаться так, как изображено на рисунке 26 (*B*, *B* и *A*).

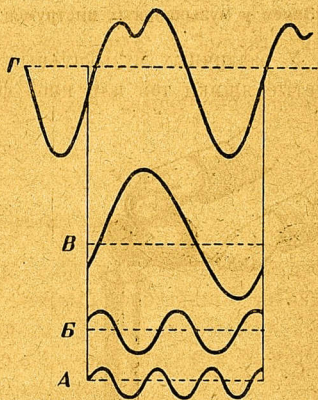


Рис. 26.

Ясно, что частицы воздуха не смогут сразу и одновременно воспроизводить эти три различных движения. Эти колебания наложатся друг на друга, и получится одно сложное колебание (рис. 26, *G*).

То же самое происходит, когда одна струна колеблется не только целиком, но и своими частями (половинами, четвертями, третями и т. д.). Частички воздуха будут воспроизводить тогда то движение, которое изображено на рис. 26, Г.

Итак, к основному звуку, который издает струна, всегда примешиваются подзвуки — обертоны. У обертонов частота колебаний больше, чем у основного тона, чем у целой струны. Но размах (амплитуда) этих обертонов меньше. Это и дает нам возможность отличить один музыкальный инструмент от другого. То же самое и с человеческим голосом. Голос одного человека отличается от другого не только основным тоном, но и побочными тонами — обертонами. Эти обертоны придают голосу совсем особую звуковую окраску, отличающую этот голос от десятков и сотен таких же голосов.

VIII. РЕЗОНАНС

Зачем у музыкальных инструментов устраивают пустые ящики

У различных музыкальных инструментов всегда имеются пустые ящики той или иной формы. Для чего они?

Для того, чтобы усиливать звуки.

Как же тут усиливается звук?

А на это ответит нам следующий опыт.

Держите звучащий камертон над отверстием длинного стеклянного стакана (рис. 27). Осторожно подливайте в стакан воду и наблюдайте, будет ли меняться сила звука? И вот при некоторой высоте столба *воздуха* окажется, что звук камертона значительно уси-

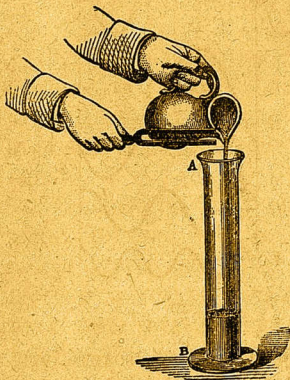


Рис. 27. Резонанс.

лился. Еще подольете воды, звук снова ослабнет. Только при одном определенном расстоянии от края стакана до поверхности воды (т.-е. при вполне определенной длине воздушного столба в стакане) звук усиливается; если эта

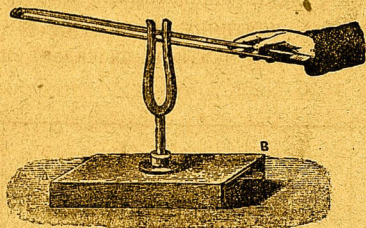


Рис. 28. Камертон с ящиком (резонатором), усиливающим звук.

длина будет другая, звук усиливаться не будет. Поэтому камертоны укрепляют на пустых ящиках, у которых нет одной стенки (рис. 28).

Тут происходит особое, очень важное явление, называемое *резонансом* (отзывчивостью).

Резонанс (отзывчивость) маятников

Натянем суровую нитку. К этой нитке подвяжем пять других суровых ниток, а к ниткам — деревянные шарики (маятники), при чем два крайних шарика повесим на нитках длиной в один метр, средние — на нитках в $\frac{1}{2}$ метра, а самый средний — на нитке в $\frac{1}{4}$ метра.

Раскачаем первый длинный маятник (рис. 29). Он качается. Левый, такой же длины, маятник ведет себя беспокойно. Вот он начинает покачиваться, сначала чуть-чуть, а потом все сильнее и сильнее. В конце концов, он начинает качаться так же, как и правый маятник; а с пра-

вым творится что-то неладное. Размах его становится меньше и меньше, и, наконец, он совсем останавливается.

Отчего это?

Правый маятник маленькими толчками, передаваемыми по нитке, постепенно раскачал левый маятник. Раскачиваясь, он отдал маленькими порциями всю свою «качательную силу» левому маятнику, и поэтому сам остановился. Затем, наоборот, левый маятник раскачает правый, а сам остановится, и т. д.

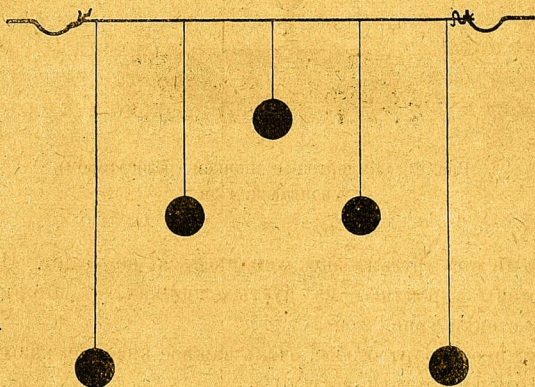


Рис. 29. Резонанс маятников.

Раскачиваются при этом только маятники одинаковой длины. Правый раскачивает одинаковый с ним по длине левый. Остальные почти не качаются.

Дело в том, что маятники разной длины всегда качаются по-разному. Короткий маятник качается быстрее, длинный медленнее.

Заставить короткий маятник качаться так же медленно, как длинный, никак нельзя.

Поэтому на качание правого длинного маятника отзывается (резонирует, т.-е. начинает качаться) только такой же длины левый, а остальные не раскачиваются, не резонируют.

То же самое происходит и при звуке. Камертону отзывается (резонирует, поет в ответ) только определенной длины столб воздуха, потому что этот столб воздуха сам по себе может колебаться только так же часто, как камертон. А если к этому столбу воздуха поднести другой камертон, который колеблется медленнее, то ничего не получится. Столб воздуха (в стакане) не станет отзываться (резонировать) неподходящему камертону. Потому не станет, что этот второй камертон стремится навязать столбу воздуха более медленные колебания (или более быстрые), несвойственные ему.

Как короткому маятнику не раскачать длинный, так и неподходящему камертону не заставить резонировать данный столб воздуха.

Голос дождевой бочки

Случалось ли вам когда-нибудь заставить петь дождевую бочку? Вы наклоняетесь над бочкой и тянете ту или другую ноту. И вот, наконец, бочка начинает вам отвечать. Она загудит низко, низко. Если вы измените высоту звука, бочка перестанет вам отвечать, не будет усиливать ваш вой, не будет вам резонировать.

Что вы сделали с бочкой?

Вы своим голосом заставили задрожать частицы воздуха в бочке. Другими словами, вы привели весь столб воздуха в бочке в точно такие же колебания, какие производит ваш голос. Поэтому бочка и шлет вам ответ. И всегда она будет резонировать только на один определенный тон, т.-е. на звук вполне определенной высоты.

IX. НАШ ГОЛОС

Устройство человеческого голосового аппарата можно понять, взглянув на рис. 30.

На нем изображены меха, к которым присоединена длинная трубка. Правый конец этой трубки затянут двумя

резиновыми перепонками так, что между перепонками остается только маленькая щелочка, через которую может вырываться воздух.

Сожмите меха. Воздух из мехов по длинной трубке устремится к перепонкам (мембранам), немножко приподнимет их

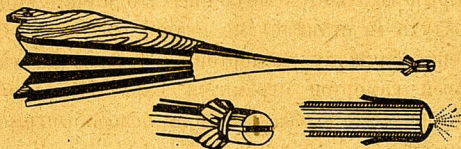
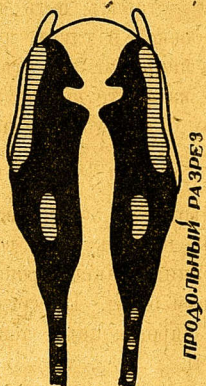


Рис. 30. Мехи с трубкой и перепонками.

и маленьким облачком вырвется наружу. Затем перепонки отойдут назад. А мехи в это время продолжают еще и еще гнать воздух. Новая порция воздуха опять приподнимет резиновые перепонки, опять вырвется из трубки маленькое облачко воздуха, и снова перепонка возвратится в прежнее положение.

Итак, все время, пока мы будем



ПОПЕРЕЧНЫЙ РАЗРЕЗ

Рис. 31. Разрезы дыхательного горла человека, заканчивающегося голосовыми связками.

работать мехами, воздух маленькими облачками будет выходить из трубки и приподнимать перепонки. Перепонки начнут колебаться и, следовательно, станут звучать. Мы услышим звук.

Точно так же устроен и голосовой аппарат человека. Мехам в организме человека соответствует *диафрагма*. Диафрагма, это — мускульная мембрана, которая отделяет грудную клетку от полости живота. Она может растягиваться и сжиматься, а, значит, втягивать и выталкивать воздух.

Длинная труба это — дыхательное горло.

Резиновые перепонки, это — голосовые связки, которыми заканчивается дыхательное горло (рис. 31). Голосовые связки колеблются от того воздуха, который выходит из нас.

Но это еще не все.

Дальше за голосовыми связками идет полость рта (рис. 32). Воздух, вырвавшийся из дыхательного горла, заставляет звучать голосовые связки, а полость рта усиливает звук голосовых связок, и при этом не один какой-нибудь звук, а все. Изменяя положение губ и языка, мы можем изменять объем и форму столба воздуха во рту. Значит, у нас получаются, в зависимости от положения языка и губ, различные столбы воздуха и, следовательно, различные возможности резонанса. Каждый из этих получающихся по нашему желанию столбов воздуха усиливает только какой-нибудь определенный звук голосовых связок.

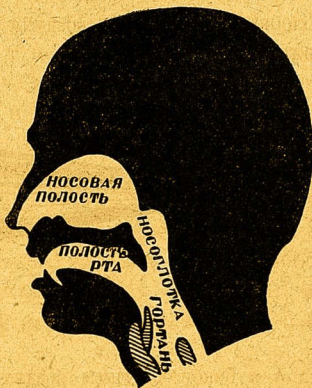


Рис. 32. Разрез полости горла и рта человека.

Трубы и рупора

Вы в поле, в совершенно открытой местности. Увидели своего знакомого и кричите ему, зовете его. Но он слишком далеко и ничего не слышит. Звук, не дойдя до него, успевает заглухнуть.

Вообразите теперь, что вы протянули длинную, предлинную трубу от него и до себя. Потом встали каждый у своего конца и говорите в трубу. Оказывается, все отлично слышно, как по телефону. Происходит это потому, что вся «колебательная сила» (сила колебания) звуков вашего голоса тратится только на воздух в трубе и заставляет дрожать частички воздуха только в трубе, а не всюду вокруг себя. Вместо длинной трубы возьмем короткую трубу — рупор (рис. 33). Всего сильнее (с большой амплитудой) будут колебаться частицы воздуха против рупора. Тут и звук сильнее.



Рис. 33. Рупор.

А с боков частицы воздуха будут двигаться менее энергично — здесь и звук будет слабее. В граммофонах для того и пользуются рупором, чтобы заставить звук не рассеиваться во все стороны, а направляться сжатым, сильным пучком в одном определенном направлении.

Х. КАК УСТРОЕН ГРАММОФОН И ЕГО ПРЕДШЕСТВЕННИКИ

Говорильная машина

Издавна стремились люди построить такую машину, которая говорила бы как человек. Много труда, изобретательности и времени убивали на это. И иногда достигали успеха. Машина говорила. Но как говорила? Не как живой, настоящий человек, а именно как машина.

Таких «говорящих» машин было построено немало. Самую замечательную устроил в семидесятых годах прошлого столетия *Фабер*.

Вот рассказ об этой машине одного из очевидцев, современников *Фабера*.

«Чего, чего только нет в этой машине: и искусственные легкие, и гортань, и язык, и губы... Все эти части приводятся в действие сложнейшим и остроумнейшим механизмом. Управляющая машиной особа сидит за клавишами и играет на них, как на рояле. Из сочетаний издающихся при этом машиной звуков образуются сложные звуки, затем слоги, из слогов отдельные слова и целые фразы. Машина говорит без-устали, внятно, хотя и медленно, все, что вы прикажете. Вы сознаете, что перед вами чудо современной механики, но... вы сейчас слышите, что это говорит *машина*, а не живой человек. Эта монотонная речь, эти безжизненные, не скрапленные ни малейшим выражением звуки не в состоянии произвести никакой иллюзии и, преклоняясь перед изобретательностью механики, вы все-таки ни на минуту не перестанете видеть в ней жалкого и несовершенного подражателя природы».

И тут, как и везде, слепое подражание природе, стремление в точности воспроизвести голосовой аппарат человека не привело к цели. Получилась только жалкая говорящая машина.

Все попытки такого же рода кончались неудачами. Слепое подражание природе не достигало цели.

Фонограф

Первый встал на новый путь американец *Эдисон*. Эдисон с детства проявлял необыкновенные способности. Одержимый изобретательским зудом, он все время что-нибудь придумывал, все время создавал что-нибудь новое, все время изобретал. Это он построил электрическую лампочку, это он своей мыслью и упорным трудом создал на пользу человечества множество всяких машин.

В 1877 году Эдисон решил создать машину, которая бы не только говорила, но и пела, играла, словом воспроизводила бы все звуки, которые слышит человеческое ухо. Эдисон не пошел по тому ложному пути, по которому шел Фабер и другие изобретатели. Он не стал слепо подражать природе, а пошел новой дорогой, своим путем и создал машину — фонограф.

В декабре 1877 года Эдисон с небольшим свертком под мышкой явился в редакцию нью-йоркского журнала «Scientific American», поставил фонограф на стол и стал вертеть рукоятку. Изумленные редакторы услышали настоящий живой, человеческий голос. Машина говорила: «Доброго утра, г. редактор, как вы поживаете? Знакомы ли вы с фонографом? Это я сам и явился к вашим услугам» и т. д., и т. д.

Удивлению присутствующих не было границ. На другой день вся Америка знала о фонографе и об Эдисоне. Все говорили о диковинной машине и ее изобретателе.

В Европе не поверили известию о фонографе. Подумали: «опять надули эти американцы»... Но скоро пришлось поверить. Сам фонограф прибыл в Париж. 11 марта 1878 г. представитель Эдисона демонстрировал (показывал) фонограф на торжественном заседании Парижской Академии Наук.

Послушайте, как рассказывает об этом событии один из французских журналов.

«Наконец, фонограф в Париже. Мы его видели, слышали, исследовали сами, собственными органами чувств. Вот как происходило дело. Когда собравшаяся на сеанс многочисленная публика расселась по местам и успокоилась, демонстратор поставил на стоящий в середине залы небольшой столик аппарат Эдисона и снял скрывавший его от зрителей футляр. Затем, взявшись за рукоятку аппарата, он начал ее медленно поворачивать; из машинки послышалась обращенная к публике живая человеческая речь: «Фонограф свидетельствует свое почтение академии наук.» При этом слово «фонограф» произнесено было с особенной отчетли-

востью. Здесь демонстратор нагнулся к аппарату и произнес фразу: «Господин фонограф, говорите ли вы по-французски?»— и аппарат повторил эту фразу с математической точностью, сохранив тембр, интонацию, все мельчайшие оттенки произнесенной фразы. Демонстратор произнес еще несколько фраз, и все они были повторены фонографом с изумительной точностью. Раздалось громкое браво. Энтузиазм был всеобщий. На всех лицах написан был восторг, удивление, радость все наперерыв стремились к чудесной машине и осаждали ее множеством фраз, которые она повторяла совершенно отчетливо, по несколько раз».

Вдруг, среди всеобщего удивления, ликования и радости, как сумасшедший срывается со своего места академик *Бульо*.

С перекошенным от злости лицом, задыхаясь от бешенства, бросается он на представителя Эдисона, показывающего фонограф, хватая его за горло, душит и иступленно дико орет: «Несчастный, мы не дадим себя одурачить чреовещателю!».

Через несколько дней успокоившийся Бульо говорит на заседании Академии Наук: «Нельзя допустить, чтобы низкий металл мог заменить благородный аппарат человеческой речи. Фонограф является лишь звуковым обманом».

Что называется — «ум за разум зашел». Так поразило почтенного академика гениальное открытие Эдисона.

Что же было требовать с темных людей, которые, впервые видя граммофон или фонограф, думали, что в трубе сидит сам бес.

В России фонограф тоже произвел на первых своих слушателей незабываемое на всю жизнь впечатление.

Как же устроен этот диковинный прибор?

Длинная ось нарезана как винт (рис. 34 и 35). На нее наглухо насажен цилиндр-барабан. Ось вращается на двух подставках. В одну подставку вделана гайка. Когда вы вертите рукоятку, вертится и ось, и насаженный на нее цилиндр-барабан. Но так как ось нарезана,

то она будет не только вертеться, но и ввинчиваться в гайку. Значит ось, а вместе с ней и цилиндр будут еще

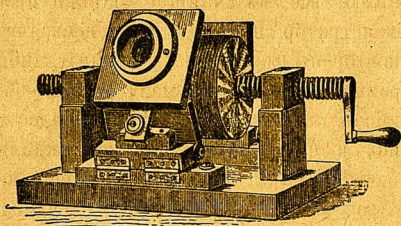


Рис. 34. Фонограф.

двигаться вправо и влево, в зависимости от того, куда вы станете вертеть рукоятку фонографа. На цилиндр надевается отлитый из особого состава (воск с разными примесями) валик. Перед цилиндром на подставке укреплена воронка.

Дно воронки закрыто тонкой, упругой перепонкой из слюды. — Это мембрана. К середине перепонки приделано маленькое острие — иголка.

Поставим воронку так, чтобы иголка мембраны чуть-чуть гонзилась в восковой валик. Начнем теперь вертеть рукоятку фонографа. Восковой валик будет одновременно и вертеться, и передвигаться в какую-нибудь сторону. Иголка вычертит на восковом валике винтообразную линию. Глубина этой линии везде одинакова, потому что сама иголка и мембрана, к которой она прикреплена, не колебались.

Попробуем теперь говорить в воронку: Колебания нашего голоса передаются воздуху. Колеблющийся воздух заставит дрожать мембрану, а вместе с мембраной и иголку. Опять иголка вычертит на восковом валике винтообразную линию, но эта линия будет разной глубины. То глубже, то мельче,

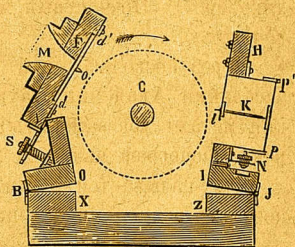


Рис. 35. Разрез фонографа.

M — воронка, в которую говорят; *d, d'* — мембрана; *o* — острие-иголка; *C* — цилиндр с надетым на него восковым валиком.

в зависимости от произносимых нами звуков. Невидимые колебания воздуха и мембраны превратились в видимую на восковом валике линию. Звук как бы замерз.

Отодвинем теперь мембрану с иголкой от валика. Вращая рукоятку фонографа, устроим так, чтобы начало нарезки, вычерченной на валике иголкой, очутилось как раз перед иголкой.

Теперь прижмем иголку к нарезке воскового валика и снова начнем вертеть рукоятку. Иголлка будет то подпрыгивать, подыматься на возвышения, то стремительно падать. Иголлка начнет колебаться, и ее колебания передадутся мембране. Мембрана воспроизведет звуки.

Так действует фонограф.

Особенно трудно было приготовить для фонографа хороший восковой валик. Восковой слой должен быть очень чувствителен к малейшим движениям иголки. Ведь в небольшом слове заключаются десятки тысяч колебаний, и эти десятки тысяч колебаний должны запечатлеться на восковом валике на небольшой длине в виде маленьких, маленьких углублений. Эдиссон потратил много времени и труда на то, чтобы добиться удовлетворительной передачи звуков, чтобы найти подходящий состав для валика (сплав воска с растительной смолой).

«Легко делать удивительные открытия, — говорит Эдиссон, — но вся трудность состоит в усовершенствовании их настолько, чтобы они получили практическое значение».

В дальнейшем Эдиссон усовершенствовал свой фонограф. Вместо того чтобы вертеть рукой рукоятку, он приспособил часовой механизм с регулятором. Валик стал вертеться вполне равномерно. Записывающее звук приспособление (т.-е. мембрана с иголкой) тоже подверглись изменениям. На рисунке 36 изображен усовершенствованный фонограф Эдиссона. Резиновая трубка идет от воронки с мембраной. Дальше эта трубка разветвляется на две, потом еще на две и еще. Концы трубок вкладываются в уши (по два конца на человека). Так что сразу может слушать четыре человека. Трубки эти служат

для того, чтобы звук не рассеивался, чтобы было хорошо слышно. К фонографу можно приспособить и рупор. Звук от такого фонографа получается вполне громкий и отчетливый.

Большое неудобство для фонографа представляют восковые валики. Они легко ломаются, занимают много места

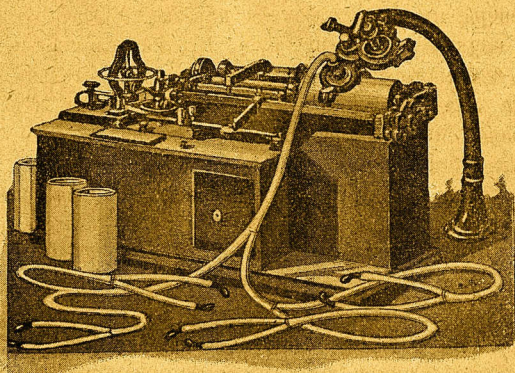


Рис. 36. Усовершенствованный фонограф Эдисона.

и вообще неудобны. А граммофон устроен проще и поет громче. Поэтому фонограф не смог конкурировать с граммофоном, — победил граммофон.

Граммoфон

Часто случается, что одна и та же мысль приходит сразу нескольким людям. Одно и то же открытие делают сразу несколько человек. Так было и тут. Кроме Эдисона над той же задачей работал американец *Берлинер* (в Вашингтоне). Он тоже создавал говорящую машину. Берлинер за месяц раньше Эдисона (в ноябре 1877 г.) взял патент на свое изобретение.

Это был граммофон. Правда, в то время граммофон еще только подавал слабые намеки на то, что он будет действовать. Через месяц появился эдисоновский фонограф, который был на много лучше, чем граммофон Берлинера. Берлинер лишь через несколько месяцев, уже в 1878 году, достиг значительных успехов.

Устройство граммофона и фонографа почти одинаково: та же мембрана, та же иголка. Только вместо валика в нем диск-пластинка. На этой пластинке и записывались звуки. Вместо винтовой линии иголка вычерчивает на пластинке спиральную линию. В этом вся разница. Так же как и фонограф, первый граммофон приходилось крутить рукой, как шарманку. Вращение оси при помощи бесконечного ремня передавалось диску, на который клали граммофонную пластинку.

Первые граммофоны гнусавили, шипели, хрипели, одни звуки усиливали, другие ослабляли. Словом они работали очень плохо, и звук получался слабый. Постепенно их улучшали и улучшали. Одновременно улучшалось и производство граммофонных пластинок. И, наконец, граммофон стал таким, каким вы его знаете.

Как устроен граммофон

Граммoфон распадается на следующие части: 1) часовой механизм, сообщающий движение тяжелому диску, на который кладется пластинка, 2) мембрана с иголкой и 3) труба, т.-е. тона́рм с рупором для усиления звуков. На рис. 37 показан часовой механизм, вынутый из ящика. Вращая рукоятку, вы заворачиваете пружину так же, как это делаете в карманных часах. Раскручиваясь, пружина посредством целого ряда зубчатых колес передает свое движение оси граммофона и диску. Диск вращается. Когда граммофон играет, очень важно, чтобы диск, а следовательно и граммофонная пластинка вращались как можно равномернее. Конечно, часовой механизм будет вертеть пластинку равно-

мернее, чем рука. Но все же полной равномерности не будет. Тут нужно еще одно особое приспособление — машинист,

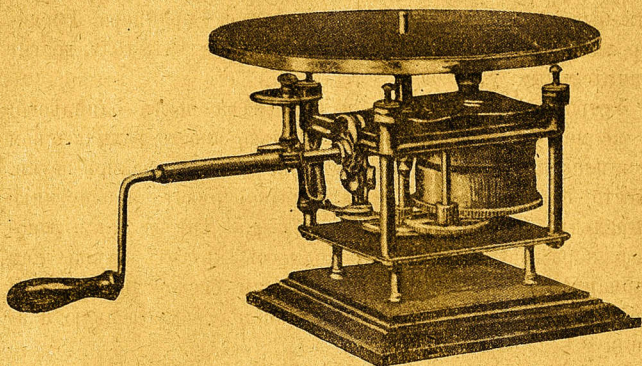


Рис. 37. Часовой механизм граммофона.

который управлял бы скоростью вращения диска, который заставлял бы его вертеться вполне равномерно. Словом,

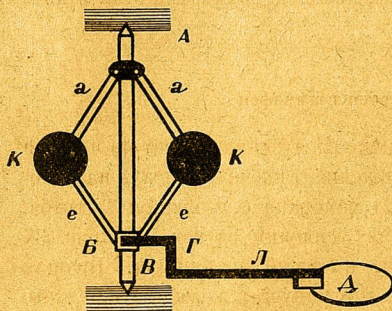


Рис. 38. Центробежный регулятор это — машинист, управляющий граммофоном.

нужен регулятор скорости вращения диска и притом такой, который действовал бы сам собой, т.-е. автоматически. Такой регулятор отдельно изображен на рис. 38. Это — центробежный регулятор. Устроен он так:

Устроен он так: AB — ось; a и a — рычаги, заканчивающиеся шарами K и K . Другие концы этих рычагов прикреплены на шарнире к оси AB так, что они могут подниматься и опускаться. К шарам (или к рычагам a и a) приделаны тоже на шарнире стержни e и e ,

прикрепленные при помощи шарнира к колечку *Б*. Колечко *Б* свободно может передвигаться по оси *АВ* вверх и вниз. На ось регулятора *АВ* накидывается ременная передача от главной оси граммофона, той, на которой укреплен диск, а в вырез колечка *Б* упирается другой рычаг *ГЛ*.

Теперь представьте себе, что диск стал вращаться быстрее, чем надо. Так же быстро стала вращаться и ось регулятора и тяжелые массивные шары *К* и *К*.¹ От этого шары разойдутся друг от друга и поднимутся кверху. Поднявшись вверх, они увлекут за собой рычаги *е* и *е* и поднимут таким образом вверх по оси колечко-муфточку *Б*, к которой эти рычаги прикреплены. Вместе с колечком *Б* поднимется и левый конец рычага *ГЛ*, а правый опустится, прижмется прикрепленной к нему колодкой к одному из вращающихся колесиков *Д* часового механизма и затормозит этим вращение колесика *Д*. Вследствие этого замедлится движение главной оси, диска и лежащей на нем граммофонной пластинки. Диск станет вращаться тише. Как только диск и ось граммофона стали вращаться медленнее, шарики *К* и *К* центрального регулятора немного опустятся. Колечко-муфточка *Б* скользнет вниз и увлечет за собой левый конец рычага *ГЛ*. Тормозная колодка отойдет от колесика *Д*. Колесико *Д* уже ничто не тормозит. Оно начинает вращаться быстрее (его заставляет это делать пружина), а это более быстрое движение снова передается главной оси граммофона, диску и пластинке. Шары *К* и *К* вновь начинают крутиться быстрее, чем надо, и поднимаются кверху. Тормозная колодка опять нажимает на колесико *Д* и т. д.

Таким образом тяжелые шары *К* и *К* управляют скоростью вращения диска.

Кроме описанного регулятора в граммофоне есть еще один регулятор, ручной. Передвигая его, мы по нашему желанию можем изменить скорость вращения пластинки.

¹ Когда граммофон вращается очень тихо, эти шары почти прилегают к оси регулятора.

Самая главная часть граммофона это — конечно, не часовой механизм, а мембрана (рис. 39). Мембрана представляет



Рис. 39. Мембрана граммофона.

собой тонкую слюдяную пластинку, заключенную в металлическую коробку. Середина мембраны соединена с иглой. Колебания иглы передаются этой тонкой слюдяной перепонке.

Если мембрана хорошая, — звук хороший, сильный. А плохая, — граммофон хрипит, шипит и т. д. Звук, издаваемый мембраной, захваты-

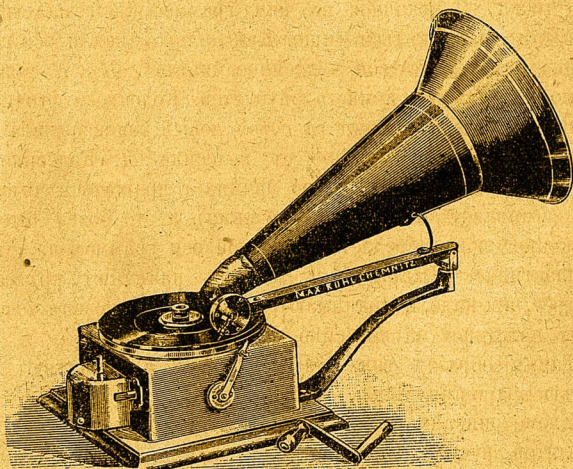


Рис. 40. Граммофон старого устройства.

вается изогнутой трубой, тонармом и направляется в рупор. Назначение рупора понятно — усиливать звук.

Раньше делали рупора длинные и узкие, думали, что только они хорошо усиливают звук. Теперь стали устраивать рупора короткие и широкие. Оказалось, что короткие рупора ничуть не хуже длинных. На рис. 40 вы видите один из первых граммофонов, на следующем рисунке (рис. 41) — современный граммофон.

Существует много различных устройств (систем) граммофонов. Отличаются они главным образом мело-

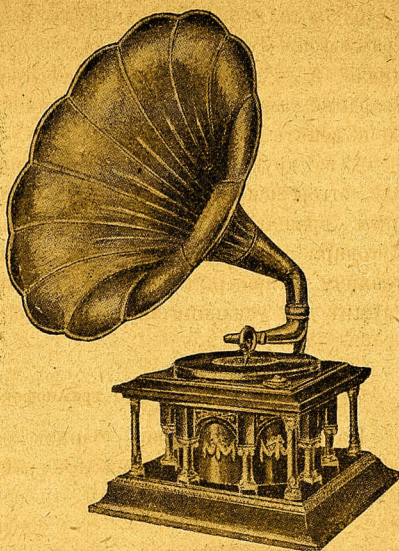


Рис. 41. Современный граммофон с коротким рупором.



Рис. 42. Безрупорный граммофон.

чами—детальями. Вот, например, патефон. Патефон — тоже граммофон. Только мембрана у него поставлена немного иначе, и иголка не простая стальная, а сделана из очень твердого камня сапфира. Она никогда не тупится, поэтому ее и менять не надо.

А вот другой граммофон — безрупорный (рис. 42). В нижней, отгороженной части ящика помещается часовой механизм, вращающий пластинку. Диск, пластинка, мембрана и тонарм находятся в верхнем отделении ящика. Звук по тонарму направляется вниз, в правую часть ящика. Она служит для усиления звука и заменяет собой рупор.

Как готовят граммофонные пластинки

Напевание пластинок (запись звуков) производится на особом граммофоне. Устроен этот граммофон очень тщательно. Вместо стальной иголки там особое очень твердое острие,

сделанное из металла иридия. Запись звуков производится на хорошо отполированной цинковой пластинке. Для этого цинковая пластинка покрывается тонким слоем смеси воска с бензином. Этот восковой слой очень чувствителен, — даже прикосновение волоска оставляет на нем след. При записи звуков иридиевое острие чертит на воске спиральную линию. После записи пластинка погружается



Рис. 43. Граммофонная пластинка.

в особый раствор. Этот раствор выедает (вытраивает) все места, по которым прошло острие-иголка. На цинке получается вытраивенная спиральная линия различной глубины. Остальная часть цинковой пластинки остается без изменения,

потому что слой воска там не поврежден. Затем на цинковую пластинку при помощи электричества осаждают медь. Когда меди нарастает достаточное количество, образовавшуюся медную пластинку отделяют от цинковой. На цинковой пластинке звук записался в виде вдавленной спиральной линии, на медной, наоборот, — в виде выпуклой. Если теперь в эту медную форму налить расплавленный эбонит, то мы получим граммофонную пластинку (рис. 43), на которой звуки изобразятся в виде углубленной спиральной линии (так же, как на цинковой пластинке). Вынув только-что отлитую пластинку, мы точно таким же образом сделаем вторую, третью, четвертую и т. д., и т. д. Словом, получим сколько угодно копий.

XI. КАК САМОМУ ПОСТРОИТЬ ГРАММОФОН

Да, граммофон хорошая вещь, полезное изобретение. Но, конечно, это не радио. Радио живет сегодняшним днем, оно сообщает вам последние, самые свежие новости. Радио это — великое достижение человеческого ума. Но уже завтра вы не услышите по радио того, что говорили вам сегодня.

А граммофон?

Граммофон сохранит на вечные времена то, что однажды было наговорено или напето, — речи давно умерших великих людей, пение, игру — все это хранит, как зеницу ока, граммофонная пластинка. По вашему желанию из прошлого встают ясные, живые голоса, вы слышите музыку, которая давным давно уже растаяла в воздухе. И в этом бережном хранении звуков огромное преимущество граммофона перед радио. В этом его большая ценность.

Но не у всякого есть возможность купить граммофон, не всегда есть деньги на такую «роскошь». И не только у отдельных граждан, но и у школ, у изб-читален и т. д., словом там, где свободных денег нет, где «финансы» в обрез.

И вот им-то я и рекомендую построить граммофон самим, устроить самодельный граммофон.

Такой самодельный граммофон построить самому не трудно, а материалов на него пойдет немного. Всего рубля на полтора.

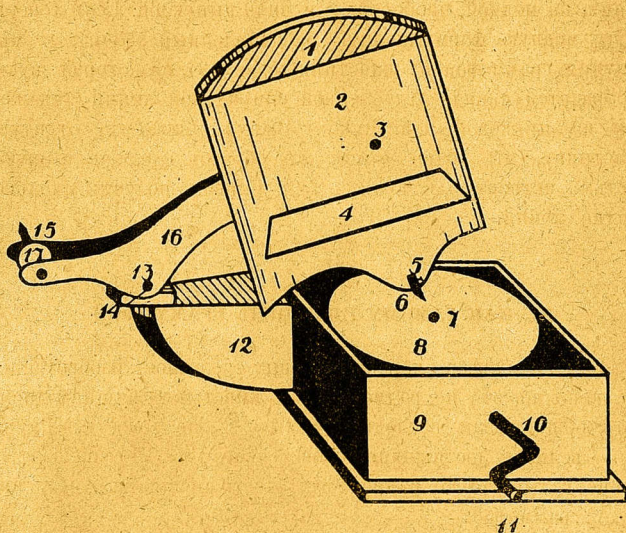


Рис. 44. Схема общего вида самодельного граммофона.

1 — крышка рупора или верхняя стяжка; 2 — рупор-мембрана; 3 — болтик, прижимающий рупор-мембрану к держалке; 4 — нижняя стяжка рупора; 5 — держалка граммофонной иголки; 6 — граммофонная иголка; 7 — вертикальная ось; 8 — тяжелый диск; 9 — ящик; 10 — горизонтальная ось; 11 — рукоятка; 12 — подставка рупора; 13 — болтик, на котором вращается держалка рупора; 14 — башмачок; 15 — гвоздь; 16 — держалка рупора; 17 — противовес.

Самые главные материалы: толстый картон, фанера, доски, гвозди, клей, немного парафина или воску, два железных стержня, несколько винтов и т. д.

А интересно, как громко будет получаться? Громко ли петь, играть, говорить будет этот самодельный граммофон? Конечно, слабее настоящего. Конечно, хуже хорошего настоящего. Ведь самодельный же. Но все-таки достаточно хорошо.

Достаточно громко, ясно и отчетливо, чтобы разобрать каждое слово в любом месте большой комнаты.

Во всяком случае этот самодельный граммофон вполне вознаградит вас за затраченные средства и труд.

Чем отличается самодельный граммофон от настоящего?

В нашем самодельном граммофоне нет отдельной мембраны и отдельного рупора. Рупор и мембрана соединены вместе, в одно целое (рис. 44).

Мембрана это — большой кусок тонкой фанеры. К ней внизу прикреплена обычная граммофонная иголка. На иголку

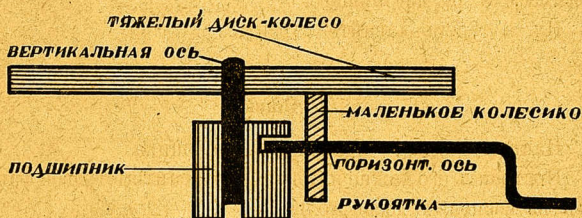


Рис. 45. Схема приспособления механизма, приводящего в движение пластинку.

набегают выступы и углубления граммофонной пластинки, поэтому иголка колеблется. Колебания иголки передаются куску фанеры, т.-е. мембране. Вся фанера-мембрана приходит в незаметное для глаза движение, — она тоже колеблется. А колебания мембраны передаются воздуху и т. д.

Для того, чтобы направить звук, издаваемый мембраной, более сжатым пучком, фанеру-мембрану сгибают (см. рис. 44); от этого громкость граммофона значительно повышается.

Таким образом из куска фанеры у нас получается мембрана, а согнув мембрану, мы устраиваем рупор.

Другая разница — в механизме, вращающем пластинку. Тут никакой пружины нет. Вы просто вертите рукоятку граммофона, как в шарманке. Вследствие этого вертится и горизонтальная ось граммофона (рис. 45). А на оси укре-

плено небольшое колесико, на которое надавливает тяжелый диск-колесо, укрепленное на вертикальной оси. Поэтому, когда вы начнете вертеть рукоятку граммофона, маленькое колесико передаст свое движение тяжелому диску, и диск вместе с лежащей на нем пластинкой станет вертеться.

Передвинув маленькое колесико (по горизонтальной оси) ближе к подшипнику, можно получить более быстрое вращение диска. Отодвинув — наоборот, более медленное.

Вот два самых главных отличия этого самодельного граммофона от настоящего.

Ну, а теперь давайте строить.

Ящик

Начнем с самого неважного — с ящика.

Построить его можно или из толстой сантиметровой фанеры, или из сосновых досок толщиной в 1—2 см.

Как строить ящик, рассказывать не буду, так как это знает каждый. Скажу только, что внутренние размеры ящика должны быть такие: ширина 33 см, длина 33 см, высота 12 см.

Еще раз повторяю, это — размеры ящика внутри, а не снаружи. Хорошо к ящику приделать откидную фанерную крышку, тогда он будет меньше пылиться.

О приспособлении (механизме), вращающем пластинку

Механизм, вращающий пластинку, состоит из пяти частей. Эти части такие: 1) горизонтальная ось с рукояткой, 2) подшипник, 3) вертикальная ось, 4) колесо и катушка, 5) тяжелый диск (см. рис. 45).

Этот механизм надо строить очень тщательно, не спеша. Это — самая главная и самая трудная для постройки часть граммофона. Постройку производите в таком порядке.

1. Сделайте горизонтальную ось с рукояткой, для чего согните железный или медный стержень диаметром (поперечником)¹ 0,7 см, а длиной 46—50 см, как показано на рис. 46.

Это—ось и вместе с тем рукоятка, которую вы будете вёртеть.

2. Теперь сделайте подшипник (рис. 47) следующим образом. Из куска яблони или

какого-нибудь другого твердого дерева выстругайте брусок $8 \times 5 \times 7$ см. На бруске отметьте карандашом две точки. Одну *A*—на верхней грани брусочка, а другую *B*—на перед-

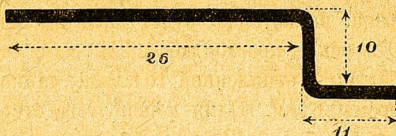


Рис. 46. Горизонтальная ось с рукояткой.



Рис. 47. Подшипник (размеры в см).

ней. Расстояния этих точек от ребер брусочка видны на рисунке. В точке *B* просверлите отверстие, равное диаметру горизонтальной оси, т.е. в 0,7 см, а глубиной в 1,5—2 см. Отверстие сверлите совершенно прямо (перпендикулярно, нормально) к передней грани. Чтобы отверстие *B* вышло как

¹ В дальнейшем изложении слово диаметр (поперечник) будем обозначать для краткости только одной буквой *D*.

раз впору, лучше сделать его немного меньше, чем нужно, а потом постепенно растачивать круглым напильком или шкуркой, навернутой на гвоздь.

3. Вертикальная ось (см. рис. 45) это — та ось граммофона, на которой будет наглухо закреплен тяжелый диск. Эта ось — просто железный или стальной стержень (или болтик с отпиленной головкой) длиной 10—13 см, а диаметром 0,6 см. Один конец этого стержня нарезан как винт (на 5—7 см). К нему надо припасти две шайбы и две гайки.

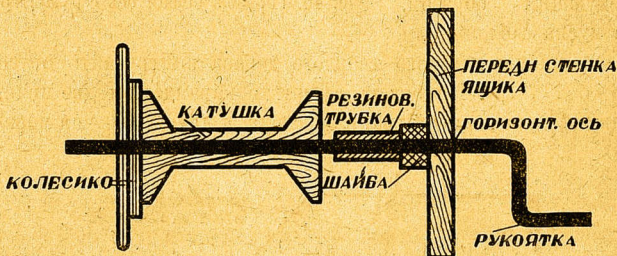


Рис. 48. Колесико и катушка на горизонтальной оси.

Для этой вертикальной оси в подшипнике просверлите насквозь отверстие A ($D = 0,6$ см). Само собой разумеется, отверстие A надо сверлить совершенно отвесно (прямо) к верхней грани подшипника.

4. Для изготовления колесика и катушки (рис. 48) вырежьте из картона несколько кружочков $D = 8$ см. В середине каждого кружочка сделайте отверстие $D = 0,7$ см. Кружочков нарежьте столько, чтобы они плотно сжатые и склеенные образовали колесико толщиной около 0,5—0,7 см.

Из фанеры выпилите два кружка $D = 7$ см, с отверстием посередине $D = 0,7$ см. Смазав картонное колесико клеем, зажмите его между двумя фанерными кружками и сбейте их маленькими гвоздями. Таким образом из фанеры и картона получилось колесико. Теперь нам надо укрепить это колесико на горизонтальной оси. Одно колесико туго сидеть на оси не будет. Оно станет скользить.

Тут поможет обычная катушка из-под ниток,¹ только не маленькая, а большая. Эта катушка имеет в длину около 6 см, а внутри у нее отверстие диаметром около 0,7 см.

Катушка надевается на ось очень туго и держится на ней очень крепко.

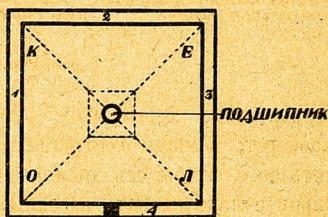
Чтобы скрепить катушку с колесиком, в бортике катушки и в колесике сделайте по отверстию и вставьте в них какой-нибудь подходящий винтик или гвоздик.

Сборка

Теперь подшипник, горизонтальную ось, колесико и катушку надо укрепить в ящике. Для этого на дне ящика из угла в угол проведите карандашом две линии. Пересечение этих линий даст ту точку (рис. 49), над которой должно находиться отверстие *A* и, следовательно, вертикальная ось граммофона.

Просунув через отверстие *A* в подшипнике карандаш, уприте его острием в точку пересечения этих линий (*KL* и *OE*, рис. 49). Затем поставьте подшипник параллельно стенкам ящика и отметьте на дне положение подшипника (помечено на рис. 50 пунктиром).

В стенке ящика, находящейся против отверстия *B* (подшипника), отметьте точку. Эта точка должна находиться



ОТВЕРСТИЕ В ПЕРЕДН. СТЕНКЕ ДЛЯ ГОРИЗОНТ. ОСИ (С)

Рис. 49. Дно ящика. 1, 2, 3, 4 — боковые стенки ящика.

¹ Вместо катушки можно взять круглую или квадратную палочку. Это дела не меняет. Только в такой палочке довольно трудно просверлить отверстие для оси.

от дна ящика на расстоянии 5 см, а от боковых стенок на равном расстоянии. В отмеченной точке просверлите отверстие для горизонтальной оси, просуньте через него эту ось и наденьте на нее одно за другим: шайбу, резиновую трубку,¹ катушку с колесиком,² и, наконец, еще две шайбы.³

После этого конец горизонтальной оси вдвиньте в отверстие (В) подшипника. Подшипник временно приверните ко дну ящика одним винтом⁴ и вращайте рукоятку граммофона.

Если отверстия просверлены не совсем правильно, ось будет вертеться туго. Чтобы устранить это, подложите в соот-

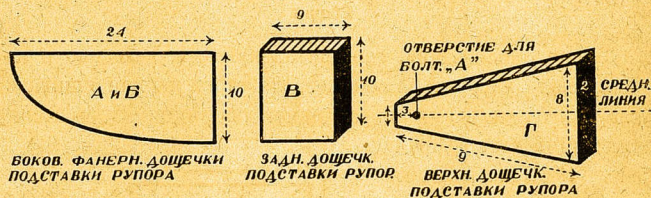


Рис. 50.

ветствующих местах под подшипник кусочки картона или, наоборот, немного состругайте подшипник. Словом, добейтесь того, чтобы ось ходила совершенно свободно (отверстия заранее надо смазать вазелином).

Когда ось отрегулирована, прикрепите подшипник еще одним винтом.

Обточка колесика

Держите над колесиком совершенно неподвижно какую-нибудь палочку и вращайте рукоятку граммофона. Вы уви-

¹ Длинной 3—4 см. Резиновая трубка мешает горизонтальной оси (при вращении рукоятки) выдвигаться из граммофона.

² Катушку и колесико надо скрепить друг с другом, как об этом уже говорилось.

³ Эти две шайбы должны быть толщиной около 1 см.

⁴ Винт лучше ввинчивать с нижней части дна ящика.

дите, что колесико (вернее, его верхний край) то подходит к неподвижной палочке ближе и касается ее, то, наоборот, отходит дальше от нее. Словом, просвет между краем вращающегося колесика и неподвижной палочкой все время меняется. Это происходит оттого, что горизонтальная ось граммофона проходит через колесико не точно (не как раз) в его середине.

Недостаток этот устраняется так. Вместо палочки над колесиком держите неподвижно плоский напильник. При вращении оси выступающие части колесика будут задевать за напильник и оттачиваться. В конце концов, напильник совершенно сточит все неровности колесика, и колесико станет вполне правильным. Тогда просвет между напильником и вращающимся колесиком все время будет оставаться одинаковым. Эта работа очень скучная. Однако, ее необходимо сделать как можно лучше.

Тяжелый диск

Из толстого картона вырежьте круги диаметром в 30 см. В середине каждого круга сделайте отверстие около 0,8 см диаметром.

Картонных кругов надо нарезать столько, чтобы они, плотно сжатые, образовали диск толщиной $2\frac{1}{2}$ —3 см.

Эти картонные круги надо склеить, накладывая их один на другой. Для большей прочности и для того, чтобы круги как можно лучше склеились друг с другом, каждый приклеиваемый круг прибивайте к предыдущим небольшими гвоздиками. Набивать гвозди надо равномерно по всему кругу не только у его краев, но и около середины. Когда диск достигнет указанной толщины, положите его под какую-нибудь солидную тяжесть (ведро с водой) и дайте хорошенько просохнуть.

Из толстого листового железа вырежьте два кружечка $D=6-7$ см, с отверстием $D=0,6$ см. Затем на вертикальную ось навинтите до конца нарезки гайку. За гайкой

на ось наденьте: шайбу, железный кружок, картонный тяжелый диск, опять железный кружок и опять шайбу. Все это зажмите второй гайкой.

Ось тяжелого диска вставьте в отверстие *A* подшипника (рис. 47). Диск своей тяжестью (а он весит 1—2 килограмма) давит на колесико, укрепленное на горизонтальной оси. Поэтому движение горизонтальной оси передается диску.

Держите над диском (лучше у его края) неподвижно какую-нибудь палочку и вращайте рукоятку граммофона. Вы увидите, что просвет между неподвижной палочкой и диском все время меняется. То получается большой просвет, то маленький. Диск то отходит от неподвижной палочки, то, наоборот, прикасается к ней. Это происходит оттого, что вертикальная ось не совсем отвесно (прямо) проходит через диск. Постарайтесь выправить диск руками. Нажмите на ту часть диска, которую надо опустить и опять наблюдайте.

Наконец, когда вы достигнете того, что просвет между диском (недалеко от его края) и неподвижной палочкой будет изменяться очень мало (скажем на $\frac{1}{2}$ см), грубая регулировка окончена.

Тогда заверните верхнюю гайку как можно туже.

Затем растопите парафин (или воск) и кисточкой, сделанной из тряпки, намажьте весь диск парафином. Когда парафин застынет, смажьте еще раз, потом еще несколько раз, — словом до тех пор, пока на всем диске не образуется слой парафина толщиной миллиметра в 2—3.

Далее смазывайте растопленным парафином только те места диска, которые надо поднять. Смазку прекратите тогда, когда эти более низкие части диска станут выше остальных. А потом, когда парафин застынет, вращайте рукоятку граммофона. Над вращающимся диском держите неподвижно и наклонно обычный столовый нож так, чтобы он соскабливал парафин с более высоких мест диска. В конце концов, ножик сточит весь лишний парафин, и диск станет совершенно

ровным. Никакого перекося не будет. Это вы узнаете потому, что просвет между диском и неподвижной палочкой будет оставаться одним и тем же.

Вы вращаете рукоятку граммофона и слышите какие-то стуки. Эти стуки повторяются через одинаковые промежутки времени, если вращать рукоятку равномерно. Они происходят от того, что нижняя часть диска (та часть, которая прикасается к колесику) не гладкая, а шероховатая. Там имеются выступы и углубления (шляпки от гвоздей, следы от ударов молотка и т. д.). Маленькое колесико набегаёт на эти неровности и стучит.

Устраняется этот недостаток сглаживанием нижней части диска напильником. А потом из гладкого плотного картона (бристольского) вырежьте два кружка около 20 см диаметром с отверстием посредине, немного большим, чем диаметр гайки. Эти кружочки приклейте к диску. Сначала один, а потом на него другой. Теперь стуков не будет. Диск вращается почти без шума.

Самая главная, самая трудная и скучная работа кончена. Остались пустяки.

Как играет открытка

Я думаю, вам надоело строить? Поэтому давайте немного отдохнем и сделаем несколько интересных опытов. Они вам многое объяснят.

Вот хотя бы такой опыт. Возьмите открытку и обрежьте ее уголок (если он замохрился) так, чтобы он был твердый и острый. Положите на диск граммофонную пластинку и, легонько придерживая открытку двумя пальцами левой руки, уприте остриженный конец открытки в нарезку граммофонной пластинки. Теперь вертите рукоятку граммофона правой рукой. Вы услышите слабые, чуть-чуть слышные звуки, в точности воспроизводящие то, что написано на граммофонной пластинке. Попробуйте не свободно держать открытку, а немного нажимая. Звук усиливается.

Это у нас получилась самая простая мембрана. Мембрана из открытки. Но скоро острый конец открытки оботрется о нарезку пластинки, и наша самая простая мембрана перестанет играть. Остригите конец открытки, и опять дело пойдет на лад. Вместо того, чтобы каждый раз стричь открытку, возьмите обычную граммофонную иголку и проткните ей два раза угол открытки. Иголлка будет крепко держаться в открытке. Прodelайте опять тот же опыт. Звук значительно усилится, и уже решительно все можно будет разобрать. Тут колебания иголлки передаются открытке, а от открытки частичкам воздуха, почему вы и слышите звук.

Можно еще больше усилить звук. Из бумаги сверните небольшую воронку. В острие воронки вставьте граммофонную иголку и как-нибудь ее там укрепите (сургучом или еще чем). Звук будет сильнее, но все-таки еще сравнительно слабый.

Во всех этих опытах можно вместо картона брать фанеру. В первом опыте открытку можно заменить небольшим куском фанеры (скажем в тетрадочный лист), а граммофонную иголку прижать к фанере двумя — тремя кнопками (для бумаги). С фанерной мембраной звук куда сильнее. Можно слушать (при полной тишине) уже метра за 3—4.

Но и этого нам мало. Надо еще громче, еще сильнее и яснее.

Достичь этого можно, устроив из фанеры приспособление, показанное на рис. 44 (рупор-мембрана). Тут уже получится вполне громко. Мы теперь, после этих предварительных опытов, и приступим к постройке рупора-мембраны. Только предупреждаю: увеличивать размеры не надо — все равно громче не получится. Уменьшать тоже не следует — будет тише.

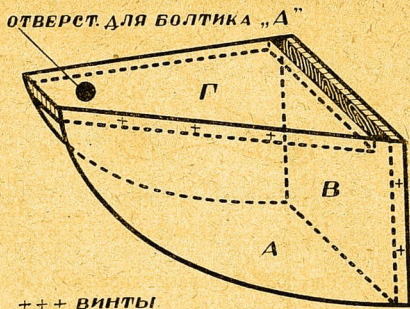
Фанеру нужно достать самую хорошую и тонкую (миллиметра в два, полтора).

Рупор-мембрана

Это приспособление состоит из 1) подставки для прикрепления рупора, 2) башмачка, 3) держалки рупора, 4) соб-

ственно рупора-мембраны, 5) держалки для граммофонной иголки.

1. Подставка для рупора (рис. 50, а, б и в) делается так. Из тонкой фанеры выпиливаются две дощечки А и В, указанных на чертеже размеров (в сантиметрах). Из сосновой доски выстругиваются две дощечки В и Г. В дощечке Г, по ее средней линии, в двух-трех сантиметрах от ее узкого конца просверливается отверстие $D = 0,6 - 0,7$ см. Через это отверстие пройдет болтик, на котором будет вращаться башмачок.



Дощечки А, В, В и Г собираются и скрепляются винтами так, как показано на рис. 51. Поместив подставку вровень с левой стенкой ящика и на расстоянии

Рис. 51. Подставка для рупора.

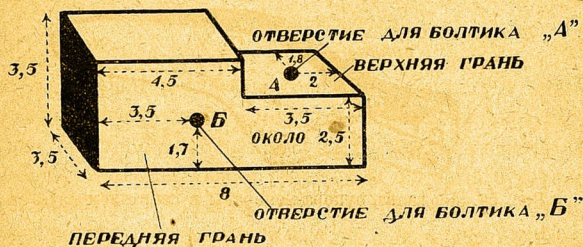


Рис. 52. Башмачок.

4—5 см от задней стенки, привинтите ее двумя-тремя шурупами.

2. Из куска дерева сделайте что-то в роде башмачка (рис. 52). Размеры указаны на рисунке в сантиметрах. На

верхней и на передней грани башмачка отметьте две точки *A* и *Б*. В этих точках башмачок просверлите насквозь, причем в точке *A* сверлите отверстие в 0,6 см, а в точке *Б* в 1 см. К башмачку подберите два болтика *A* и *Б*. Тот

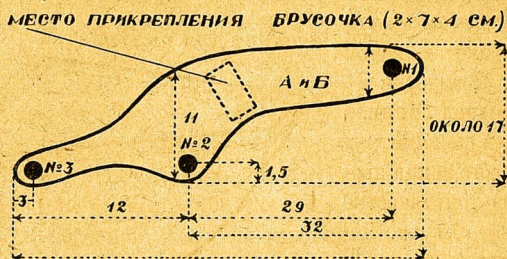


Рис. 53. Фанерные держалки (*A* и *Б* две) для рупора-мембраны.

болтик *A*, который будет проходить через отверстие *A*, должен иметь длину 7—8 см, а диаметр—около 0,6 см; другой *Б* имеет длину 5—6—7 см, а диаметр 1 см.

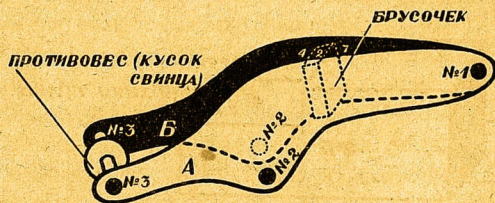


Рис. 54. Держалка рупора-мембраны в собранном виде.

3. Для держалки рупора (рис. 53 и 54) выпилите из фанеры две дощечки *A* и *Б*. На дощечках отметьте три точки (1, 2, 3). В этих точках просверлите подходящего размера отверстия. Имейте в виду, что через отверстие 1 будет проходить небольшой болтик *В*, прикрепляющий держалку к рупору, через отверстие 2—болтик *Б* башмачка, а через

З — простой гвоздь или винт. На этот винт или гвоздь вы повесите небольшой свинцовый груз (противовес).

Между фанерными дощечками *А* и *Б* поместите брусочек $2 \times 7 \times 4$ см (на рис. 53 и 54 брусочек показан пунктиром) и привинтите дощечки к брусочку. Теперь прижмите фанерные дощечки друг к другу около отверстия 1. Держалка рупора примет вид, изображенный на рис. 54.

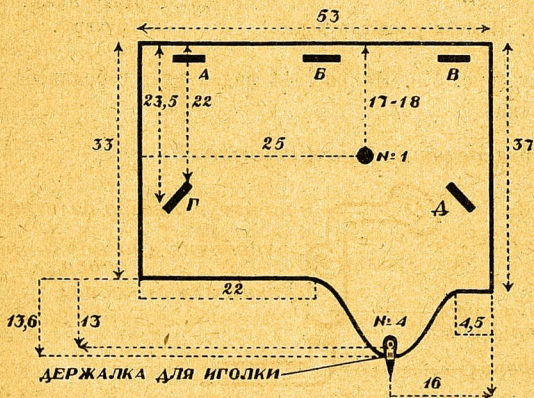


Рис. 55. Рупор-мембрана.

4. Для рупора-мембраны (рис. 55) из тонкой фанеры выпилите прямоугольник с выступом. Размеры указаны на рисунке. В этом прямоугольнике просверлите отверстие № 1 по размерам того маленького болтика *В*, который будет скреплять держалку с рупором. Кроме этого наверху рупора-мембраны сделайте три прореза *а*, *б* и *в*, а внизу наклонно два — *г* и *д*. Длина каждого из этих прорезов *а*, *б*, *в*, *г*, *д* около 3 см, а ширина равна толщине фанеры.

Из той же фанеры выпилите нечто в роде полукруга, указанных на рис. размеров (рис. 56) с тремя выступами *а*, *б* и *в*. Эти выступы продеваете через прорезы *а*, *б* и *в* в рупор-мембране.

В выступах *a*, *b* и *в* просверлите отверстия и вставьте в них маленькие гвоздики. Эти гвоздики мешают рупору распрямляться. Также приладьте к рупору нижнюю фанерную

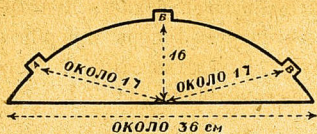


Рис. 56. Нижняя стяжка рупора.

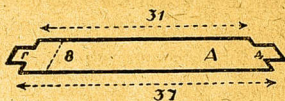


Рис. 57. Верхняя стяжка (потолок рупора).

стяжку (рис. 57). На рис. 44 виден уже собранный рупор-мембрана.

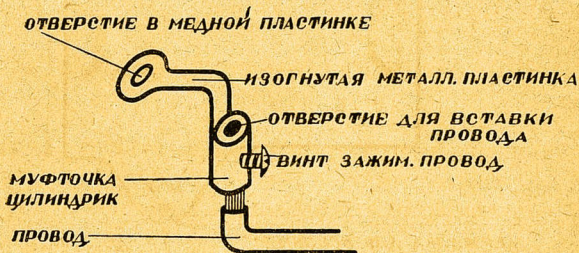


Рис. 58. Держалка для провода.

5. Теперь вам остается приладить к рупору держалку для иглки. Устроить ее самому трудно. Гораздо проще разыскать старый испорченный патрон для электрической лампочки и развинтить его. В некоторых патронах провода, которые в него входят, обертываются вокруг винтика и зажимаются им. А в дру-

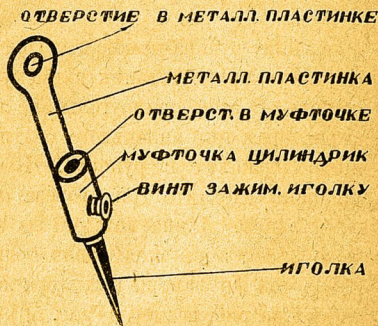


Рис. 59. Держалка для граммофонной иглки.

гих патронах концы проводов просто вставляются в медные цилиндрики-муфточки, а уже через муфточки проходит винт, который и зажимает провода. Эти муфточки-цилиндрики обычно составляют одно целое с небольшой изогнутой металлической пластинкой, которая винтом, проходящим сквозь фарфор, укрепляется как раз по середине патрона.

Иногда почти такие же приспособления встречаются в выключателях, штепселях и т. д. (рис. 58).

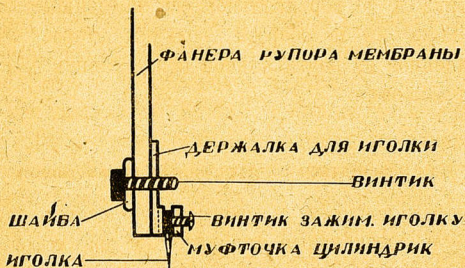


Рис. 60. Держалка для иголки уже приложена к рупору.

Вы вывинчиваете эту пластинку и разгибаете ее (рис. 59). В рупоре делаете отверстие № 4 и, пропустив через фанеру винтик, ввинчиваете его в металлическую пластинку как можно туже, а в цилиндр вставляете обычную граммофонную иголку и зажимаете ее винтиком. Держалке иголки (а следовательно самой иголке) надо придать некоторый наклон (рис. 60).

Сборка рупора

В отверстие А подставки рупора вставьте болтик А так, чтобы его головка была внизу. На болтик наденьте две — три шайбы, а на шайбы башмачок отверстием А и зажмите, но не очень туго, гайкой. Затем через отверстие № 2 держалки рупора проденьте болтик Б. Болтик просуньте через отверстие Б в башмачке и через отверстие № 2 в задней дощечке держалки рупора и закрепите гайкой.

Через отверстие № 1 в дощечках держалки *A* и *B* проденьте болтик. Тот же болтик пропустите через отверстие № 1 в рупоре и крепко-накрепко заверните гайкой. При этом рупор-мембрану ставьте так, чтобы иголка была наклонена к диску на 45° и не доходила бы до вертикальной оси граммофона на $1-1\frac{1}{2}$ см.

Надо иметь в виду, что башмачок можно ставить в двух положениях: 1) в первом положении — расстояние от отверстия болтика *A* до вертикальной оси наименьшее; 2) повернув башмачок на полоборота, получим второе положение, самое удаленное от вертикальной оси. Ставить надо в самом дальнем положении.

Как обращаться с построенным граммофоном

Граммoфон построен и своим видом скорее напоминает какой-нибудь летательный аппарат, чем граммофон. Однако, он играет и не так уже плохо. Первое время у вас будет выходить неважно, ибо без привычки сразу не научитесь вертеть рукоятку граммофона равномерно. Если вы начнете вертеть чересчур быстро, у вас бас какого-нибудь артиста может превратиться в дискант. Отчего это происходит, я думаю, ясно.

Когда записывали, граммофонная пластинка вертелась с определенной быстротой. Какой-нибудь звук на ней запечатлевался в виде определенного числа углублений и возвышений, т.-е. определенным числом колебаний в одну секунду. Теперь, когда вы станете вертеть пластинку быстрее чем надо, те же колебания, т.-е. те же возвышения и углубления будут укладываться в меньший промежуток времени. Скажем, к примеру, вместо 1 секунды только $\frac{1}{2}-\frac{1}{4}$ секунды. Число колебаний в одно и то же время возросло, а раз число колебаний больше, то и тон изменится. Звук будет выше. Поэтому-то из баса вы свободно можете сделать дискант и обратно.

Если вы будете вертеть более медленно, чем нужно, — звук будет понижаться. Отсюда ясно, что рукоятку граммо-

фона надо вертеть все время как можно равномернее. Только тогда у вас будет получаться хорошо.

Научиться равномерно вертеть рукоятку граммофона не так трудно, как кажется с первого взгляда. Всего скорее можно достигнуть равномерности, если вы будете вертеть рукоятку граммофона, двигая не всей рукой, а только кистью. Вращать рукоятку нужно против движения часовой стрелки.

Слушать построенный вами граммофон надо не чересчур близко, не вплотную к рупору. Издали, метрах в 4—5, слышно куда лучше, чем ближе. Слова вполне разборчивы, и шума от вращения механизма почти совсем не заметно.

Обращайтесь с граммофоном осторожно, не портите пластинок! Не зажимайте болтик А башмачка чересчур туго. Не затрудняйте этим движение иголки и самого рупора в горизонтальной плоскости. Если вы этот болт зажмете туго, иголка, вместо того чтобы из одного витка граммофонной пластинки итти в другой, станет все время ездить по одному и тому же витку. Граммофон будет играть одно и то же.

Это раз. А второе: рупор достаточно тяжел и чересчур сильно надавливает иголкой на пластинку. Поэтому лучше на левый конец держалки рупора подобрать какой-нибудь подходящий груз (противовес). Величину необходимого груза найдете из опыта. Тогда иголка не будет так сильно давить на пластинку, а слышимость не изменится.

Построенный вами граммофон доставит вам много приятных минут. Ведь самодельный, а играет-то как хорошо. В конце концов, он, как и всякий граммофон, все-таки надоест. Вы забросите его, и только иногда придет вам охота повертеть. Тогда можно его пустить для развлечения «шиворот на выворот». Граммофон будет играть не сначала, а с конца. Все слова будут выворачиваться наизнанку. Так, вместо слова Москва граммофон торжественно заявит — «АВКСОМ». Обычный настоящий граммофон пустить шиворот на выворот нельзя. Нельзя потому, что диск там вертится только в одну сторону.

А в нашем — можно.

Поставьте иголку рупора не в начало нарезки пластинки, а в самый конец, и вертите ручку граммофона в обратную сторону (по движению часовой стрелки).

И граммофон начнет говорить не то по-китайски, не то по-тунгуски. Воспользовавшись этим невероятным языком, вы сможете обмануть своих добрых знакомых...

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
I. Как рождается звук	3
II. Что передает звук	11
III. О строении воздуха и других тел	13
IV. Как передает воздух колебания звучащих тел	17
V. Как мы слышим	23
VI. Скорость и высота звука	24
VII. Почему мы отличаем один музыкальный инструмент от другого	26
VIII. Резонанс	28
IX. Наш голос	31
X. Как устроен граммофон и его предшественники	34
XI. Как самому построить граммофон	47



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО РСФСР
МОСКВА — ЛЕНИНГРАД

Д-р Э. ФОГЕЛЬ

КАРМАННЫЙ СПРАВОЧНИК ПО ФОТОГРАФИИ

РУКОВОДСТВО ДЛЯ ФОТОГРАФОВ-ЛЮБИТЕЛЕЙ

Обработал и дополнил Ю. К. Лауберт

С 236 иллюстр. в тексте и на отдельных листах

Издание 9-е

Стр. 332 + 23 л. иллюстр.

ц. 1 р. 75 к.

В. ЯКОВЛЕВ

КАК САМОМУ УСТРОИТЬ АСТРОНОМИЧЕСКУЮ ТРУБУ И КАК НАБЛЮДАТЬ С НЕЙ

(Опыты и наблюдения природы)

Стр. 24.

ц. 20 к.

Арк. ВАСИЛЬЕВ

КАК САМОМУ СДЕЛАТЬ СВЕТОВЫЕ КАРТИНЫ ДЛЯ ФОНАРЯ

Стр. 16.

ц. 10 к.

ЗАКАЗЫ НАПРАВЛЯТЬ

В ТОРГОВЫЙ СЕКТОР ГОСИЗДАТА РСФСР

МОСКВА, Ильинка, Богоявленский пер., 4. Тел. 1-91-49. 3-71-37
и 5-04-56.

ЛЕНИНГРАД, „Дом Книги“, Проспект 25 Октября, 28, тел. 5-34-18.
и во все отделения и магазины Госиздата РСФСР

ОТДЕЛ ПОЧТОВЫХ ОТПРАВЛЕНИЙ ГОСИЗДАТА

(МОСКВА, Проезд Художественного театра, 6; ЛЕНИНГРАД,
проспект Володарского, 51-а; ХАРЬКОВ, улица Свердлова, 14)
высылает все книги немедленно по получении заказа почтовыми
посылками или бандеролью наложенным платежом. При высылке
денег вперед (до 1 рубля можно почтовыми марками) пересылка
бесплатно.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО РСФСР

МОСКВА — ЛЕНИНГРАД

ПОПУЛЯРНАЯ ТЕХНИКА

- Гюнтер, Г., и Ф. Фукс. — Радиолобитель. Переработ. пер. с последнего нем. издания инж. О. М. Штейнгауза. Стр. 317 и 193 рис. Ц. 1 р. 25 к.
- Добровольский, И. И. — Свободные силы природы и их использование. Стр. 229. Ц. 2 р.
- Доминик, Ганс. — В волшебном мире техники. Пер. с нем. инж. И. Мандельштама. С 89 рис. в тексте. Стр. 139. Ц. 1 р.
- Кайзер, К., проф., и проф. А. Мозер. — Азот воздуха и его использование. Стр. 158. Ц. 80 к.
- Кузнецов, В. С. — Современный самолет. Стр. 115. Ц. 60 к.
- Лукашевич, К. — Как устроен автомобиль. Ред. проф. И. В. Грибова. Стр. 84. Ц. 45 к.
- Ляхницкий, В. Е., проф. — Порт. Беседы об устройстве и работе современного порта. 38 рисунков в тексте. Стр. 120. Ц. 1 р. 35 к.
- Назаров, А. В. — Кино. Стр. 63. Ц. 50 к.
- Назаров, А. — Фотограф-любитель. Фотография и ее научные основания. Стр. 126. Ц. 1 р.
- Никольский, А. К. — Техника войны. Война прошлого, настоящего и будущего. Стр. 130. Ц. 60 к.
- Никольский, В. Д., инж. — Успехи и пути развития мировой техники. Стр. 199. Ц. 1 р. 20 к.
- Никольский, В. Д., инж. — Энергия и современная техника. Стр. 148. Ц. 85 к.
- Петровский, А. А., проф. — Радиотехника, ее основы и применения. С 82 рисунками. Стр. 88. Ц. 1 р.
- Пресман, С. М., и А. Л. Фентеклюз. — От лучины к электричеству. Популярный очерк. Под редакцией проф. Ф. И. Холуянова. С 72 рисунками в тексте. Стр. 84. Ц. 70 к.
- Тимофеев, Н. И., инж.-мех. — Из чего и как готовится бумага. С 16 фиг. Стр. 56. Ц. 25 к.
- Фукс, Франс. — Основы радиотехники в общедоступном изложении. Пособие для радиолобителей и техников связи. Пер. с 16 нем. издания. Под ред. О. М. Штейнгауза. Стр. 165. Ц. 1 р. 25 к.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО РСФСР
МОСКВА — ЛЕНИНГРАД

КНИГА ЮНОГО ТРУЖЕНИКА

- Порецкий, С. А.** — Давайте работать. Практическое руководство по ручному труду. Работы с картоном, деревом, гипсом и металлом. Под ред. проф. А. А. Калачева. („Книга юного труженика“. Вып. 3.) Стр. 219. Ц. 1 р. 70 к.
- „Своими руками“.** Составл. сотрудниками Акционерного Общества наглядных пособий (АОНАПО). С 81 рис. Стр. 128. Ц. 40 к.
- Сидоров, И. И. (ред.)** — Как самому сделать летательные аппараты. Со 119 рис. в тексте и выкройками для модели и плана на двух отдельных листах. („Книга юного труженика“. Вып. 2.) Стр. 100. Ц. 1 р. 50 к.
- Сидоров, И. И. (ред.)** — Как самому сделать оптические аппараты. С 62 р с. в тексте и отдельно приложенными двумя картинками для стереоскопа, 2 листами чертежей для кам ры-обскуры, 1 листом для стереоскопа и 4 листами для волшебного фонаря. („Книга юного труженика“. Вып. 1.) Стр. 95. Ц. 1 р. 25 к.
- Соломин, Е.** — Мастерская школьника. („Книга юного труженика“.) Стр. 319. Ц. 1 р. 80 к.
- Соломин, Е.** — Работы из дерева. („Мастерская деревенского подростка“.) Стр. 68. Ц. 60 к.

ЗАКАЗЫ НАПРАВЛЯТЬ

В ТОРГОВЫЙ СЕКТОР ГОСИЗДАТА РСФСР

**Москва, Ильинка, Богоявленский пер., 4, тел. 1-91-49, 3-71-37
и 5-04-56.**

**Ленинград, „Дом Книги“, Просп. 25 Октября, 28, тел. 5-34 18,
и во все отделения и магазины Госиздата РСФСР**

ОТДЕЛ ПОЧТОВЫХ ОТПРАВЛЕНИЙ ГОСИЗДАТА

(Москва, проезд Художественного театра, 6; Ленинград, Проспект Володарского, 51-а; Харьков, улица Свердлова, 14) высылает все книги немедленно по получении заказа почтовыми посылками или бандеролью наложенным платежом. При высылке денег вперед (до 1 рубля можно почтовыми марками) пересылка бесплатно.